



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Mecánica de Medios Continuos y
Teoría de Estructuras

PROYECTO FIN DE CARRERA

ESTUDIO DE DISEÑO DE UN FRONTÓN EN EL MUNICIPIO DE VALSECA

Autor: Mario de Andrés Pérez

Tutora: Dra. Shirley Kalamis García Castillo

Leganés, Septiembre de 2015

Título: ESTUDIO DE DISEÑO DE UN FRONTÓN EN EL MUNICIPIO DE
Valseca

Autor: Mario de Andrés Pérez

Director:

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día __ de _____ de
20__ en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de
Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

Agradecimientos

Agradezco a. Sacarino por su ayuda.

Resumen

En este proyecto se recoge un estudio de un Frontón en el municipio de Valseca (Segovia), en el paraje de “Las Viñas”.

Se estudian diferentes disposiciones y materiales de construcción basándose en el Código Técnico de Edificación y en la Normativa de Instalaciones de Pelota Vasca.

Como resultado, se da una valoración económica de las opciones estudiadas, todas ellas en cumplimiento con la normativa estructural vigente, para que el ayuntamiento pueda evaluar la opción que mejor se adapta a sus posibilidades.

Palabras clave: Frontón, Valseca, Código Técnico de Edificación CTE, Normativa de Instalaciones de Pelota Vasca NIDEPV



Índice general



1. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Motivación	17
1.2. Objetivos	18
1.3. Fases del desarrollo	19
1.4. Medios empleados.....	19
2. ANTECEDENTES.....	20
2.1. Hormigón armado estructural	20
2.2. Estructuras metálicas. Pórticos.....	33
2.3. Uniones metálicas.	39
2.4. Muros	53
2.5. Construcción mediante fábrica de ladrillo	59
2.6. Cimentaciones
2.7. Software CypeCAD para el cálculo de estructuras de edificación.	75
3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA	77
3.1. Localización	77
3.1.1. Características geográficas	77
3.1.2. Geología y geomorfología.....	77
3.1.3. Hidrogeología.....	78
3.1.4. Climatología	78
3.2. Emplazamiento.....	79
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	81
4.1. Definición de la solución adoptada	81
4.2. Definición del espacio de juego	81
4.2.1. Frontón de 30 m descubierto. Características	81
4.2.2. El Frontis	82
4.2.3. El Rebote	83
4.2.4. La Pared Izquierda.....	84
4.2.5. El Suelo	85
4.3. Materiales.....	86
4.4. Definición Estructural	89
4.4.1. Opción descubierto.....	89
4.4.2. Opción Semicubierto.....	91
5. CUMPLIMIENTO DEL CTE	100
5.1. Cumplimiento del DB-SE Seguridad Estructural	100
5.2. Cumplimiento del DB-SE Bases de Cálculo	100
5.3. Cumplimiento del DB-SE-AE Acciones de cálculo	101
5.4. Cumplimiento del DB-SE-C Cimientos	102
5.5. Cumplimiento del DB-SE-A Acero	103



6. CÁLCULO ESTRUCTURAL EN CYPECAD	105
6.1. Introducción	105
6.2. Generación de la obra	105
6.2.1. Datos generales	105
6.3. Definición de la estructura.	108
6.3.1. Definición de plantas.	108
6.3.2. Definición de muros.	110
6.3.2.1. Opción frontón descubierto hormigón	110
6.3.2.2. Opción frontón descubierto fábrica.	112
6.3.2.3. Opción frontón semicubierto hormigón Fase I.	114
6.3.2.4. Opción frontón semicubierto fábrica Fase I.	119
6.3.2.5. Opción frontón semicubierto cubierta.	124
6.3.2.6. Opción frontón semicubierto hormigón Fase II.	134
6.3.2.7. Opción frontón semicubierto fábrica Fase II.	137
6.4. Análisis de la estructura	140
6.4.1. Opción frontón descubierto hormigón.	140
6.4.2. Opción frontón descubierto fábrica.	143
6.4.3. Estructura de la cubierta.	144
6.4.4. Opción frontón semicubierto hormigón.	145
6.4.5. Opción frontón semicubierto fábrica.	150
7. PRESUPUESTO	153
7.1. Presupuesto frontón descubierto fábrica	153
7.2. Presupuesto frontón descubierto hormigón	153
7.3. Presupuesto frontón semicubierto fábrica Fase I	153
7.4. Presupuesto frontón semicubierto hormigón Fase I	153
7.5. Presupuesto frontón semicubierto fábrica Fase II	153
7.6. Presupuesto frontón semicubierto hormigón Fase II	153
8. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	154
8.1. Conclusiones	154
8.2. Trabajos futuros	155
9. BIBLIOGRAFÍA	156
I. ANEJO DE CÁLCULO	
II. ANEJO DE PLANOS	



Índice de figuras

Figura 1.1. Antiguo Frontón	17
Figura 2.1. Viga de hormigón. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”.	20
Figura 2.2. Viga de hormigón con acero en la zona de tracción. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”.	21
Figura 2.3. Viga de hormigón con acero pretensado. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”.	22
Figura 2.4. Estado de tensiones en viga pretensada. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”	22
Figura 2.5. Frontón de Recoletos. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”	24
Figura 2.6. Viaducto Martín Gil. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”	24
Figura 2.7. Pérdida de estabilidad en un muro de contención de tierras. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”.	30
Figura 2.8. Pórticos de edificación. Fuente “Estructuras metálicas. UNED”.	33
Figura 2.9. Mecanismos resistentes frente acciones horizontales. Fuente “Estructuras metálicas. UNED”.	34
Figura 2.10. Arriostramiento mediante pantallas. Fuente “Estructuras metálicas. UNED”.	34
Figura 2.11. Sistema estructural típico en naves industriales. Fuente “Estructuras metálicas. UNED”.	35
Figura 2.12 Pórtico doble empotrado, Traslacional Hiperestático. Fuente “Estructuras reticuladas uc3m.”	35
Figura 2.13 Pórtico simple articulado, Intraslacional Hiperestático. Fuente “Estructuras reticuladas uc3m.”	35



Figura 2.14 Pórtico simple articulado con vigas inclinadas, Traslacional. Fuente “Estructuras reticuladas uc3m.”	36
Figura 2.15 Equilibrio de nudos, Traslacional. Fuente “Estructuras reticuladas uc3m.”	36
Figura 2.16 Secciones de perfiles laminados y conformados. Fuente “Apuntes de estructuras metálicas”.	39
Figura 2.17. Uniones en un pórtico de varias plantas. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero	40
Figura 2.18 Tipos de soldadura para uniones en T. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	40
Figura 2.19. Tornillos solicitados a tracción y cortadura. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	41
Figura 2.20 Tornillos solicitados a tracción y cortadura combinadas. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”	42
Figura 2.21. Elementos de uniones atornilladas. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	43
Figura 2.22. Modos de agotamiento de una unión viga-pilar no reforzada. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	44
Figura 2.23 Ejemplos de refuerzo de uniones viga-pilar. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	44
Figura 2.24. Ejemplos de refuerzo de uniones viga-pilar. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	45
Figura 2.25. Empalmes de pilares. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	46
Figura 2.26. Bases de pilar. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	47
Figura 2.27. Uniones simples viga-pilar. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	48
Figura 2.28. Uniones viga-pilar rígidas. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	49
Figura 2.29. Uniones simples viga-pilar. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	50
Figura 2.30. Uniones rígidas viga-pilar. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	51
Figura 2.31. Uniones de arriostramiento horizontal. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	52
Figura 2.32. Uniones de arriostramiento vertical. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.	52
Figura 2.33. Tipos de muros. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.	53
Figura 2.34. Partes de muros. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.	54



Figura 2.35. Muros de gravedad. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.	54
Figura 2.36. Muros ménsula. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.	55
Figura 2.37. Muros de contrafuertes. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.	56
Figura 2.38. Muros de bandejas. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.	56
Figura 2.39 Muro de sótano. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.	57
Figura 2.40. Muro de varios sótanos. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.	57
Figura 2.41. Ejemplos construcciones de fábrica. Fuente “Obras de fábrica. Libro 1.- Normativa y materiales que conforman las fábricas. ETS de Arquitectura de Sevilla”.	60
Figura 2.42. Dimensiones y superficies piezas fábrica. Fuente “Obras de fábrica. Libro 1.- Normativa y materiales que conforman las fábricas. ETS de Arquitectura de Sevilla”.	61
Figura 2.43. Ejemplos piezas LD. Fuente “Obras de fábrica. Libro 1.- Normativa y materiales que conforman las fábricas. ETS de Arquitectura de Sevilla”.	62
Figura 2.44. Ejemplos piezas HD. Fuente “Obras de fábrica. Libro 1.- Normativa y materiales que conforman las fábricas. ETS de Arquitectura de Sevilla”.	64
Figura 2.45. Aparejo de sogá o cítara de media asta. Fuente: http://fpdonaire-tab.blogspot.com	65
Figura 2.46. Aparejo de tizón o a la española. Fuente http://fpdonaire-tab.blogspot.com	66
Figura 2.47. Tabique a panderete. Fuente http://fpdonaire-tab.blogspot.com	66
Figura 2.48. Capuchina de a pie. Fuente http://fpdonaire-tab.blogspot.com	67
Figura 2.49. Capuchina de medio pie. Fuente http://fpdonaire-tab.blogspot.com	67
Figura 2.50. Aparejo gótico flamenco. Fuente http://fpdonaire-tab.blogspot.com	68
Figura 2.51. Aparejo Inglés. Fuente http://fpdonaire-tab.blogspot.com	68
Figura 2.52. Aparejo Inglés Antiguo. Fuente http://fpdonaire-tab.blogspot.com	68
Figura 2.53. Aparejo Belga. Fuente http://fpdonaire-tab.blogspot.com	69
Figura 2.54. Aparejo Belga. Fuente http://fpdonaire-tab.blogspot.com	69
Figura 2.55. Intersecciones. Fuente http://fpdonaire-tab.blogspot.com	70
Figura 2.56. Zapata aislada. Fuente www.iiarquitectos.com	71
Figura 2.57. Zapata corrida. Fuente www.escarce.com .	72
Figura 2.58. Losa de cimentación. Fuente www.arxhitec.com .	73
Figura 2.59. Cimentaciones profundas. Fuente www.alipso.com -	73
Figura 2.60. Ejemplos estados límite últimos. Fuente CTE-DB-SE-C	74
Figura 2.61. Ejemplos estados límite servicio. Fuente CTE-DB-SE-C	75
Figura 3.1. Localización. Fuente: Google Maps	77
Figura 3.2. Fuente y campo de fútbol sala	80
Figura 3.3. Horno	80
Figura 4.1. Frontón. Perspectiva	82



Figura 4.2. Frontón descubierto	89
Figura 4.3. Alzado Zapata Opción Muro Fabrica	90
Figura 4.4. Vista 3D. Zapata Opción Muro Fabrica	90
Figura 4.5. Alzado Zapata Opción Muro de Hormigón	91
Figura 4.6. Vista 3D Opción Muro de Hormigón	91
Figura 4.7. Frontón semicubierto Fase I	92
Figura 4.8. Alzado zapata Frontón semicubierto Fase I Opción Fábrica	93
Figura 4.9. Perfil zapata Frontón semicubierto Fase I Opción Fábrica	93
Figura 4.10. Vista 3D zapata Frontón semicubierto Fase I Opción Fábrica	94
Figura 4.11. Frontón semicubierto Fase II	95
Figura 4.12. Pórtico Frontón semicubierto Fase II	95
Figura 4.13. Estructura cubierta Frontón semicubierto Fase II	96
Figura 4.14. Cimentación Frontón semicubierto Fase II.....	97
Figura 4.15. Vigas de atado Frontón semicubierto Fase II	98
Figura 4.16. Disposición de juntas en pavimento	99
Figura 6.1. Generación de obra Nueva	105
Figura 6.2. Introducción de Datos generales	106
Figura 6.3. Datos generales para la cimentación	107
Figura 6.4. Cálculo de la sobrecarga del viento	107
Figura 6.5. Hipótesis de sobrecarga de nieve y empuje del terreno	108
Figura 6.6. Introducción Nueva Planta	108
Figura 6.7. Introducción Planta 11 Metros	109
Figura 6.8. Plantas	109
Figura 6.9. Introducir plantilla	110
Figura 6.10. Introducir Muro de hormigón armado	111
Figura 6.11. Cimentación con vinculación exterior	111
Figura 6.12. Muros envolvente de juego	112
Figura 6.13. Introducir Muro de fábrica	113
Figura 6.14. Cimentación con vinculación exterior	113
Figura 6.15. Muros envolvente de juego	114
Figura 6.16. Introducción Pilares	115
Figura 6.17. Coeficiente de Pandeo Pilares	115
Figura 6.18. Coeficiente de empotramiento Pilares	116
Figura 6.19. Disposición de pilares	117
Figura 6.20. Entrada de muros	117
Figura 6.21. Cimentación con vinculación exterior.	118
Figura 6.22. Disposición de pilares y muros	119
Figura 6.23. Introducción Pilares	120
Figura 6.24. Coeficiente de Pandeo Pilares	120
Figura 6.25. Coeficiente de empotramiento Pilares	121
Figura 6.26. Disposición de pilares	122
Figura 6.27. Entrada de muros	123



Figura 6.28. Cimentación con vinculación exterior	123
Figura 6.29. Disposición de pilares y muros	124
Figura 6.30. Nueva obra Generador de pórticos	125
Figura 6.31. Datos de obra Generador de pórticos	125
Figura 6.32. Sobrecarga de viento Generador de pórticos	126
Figura 6.33. Dimensiones de pórtico	127
Figura 6.34. Correas de cubierta	127
Figura 6.35. Dimensionamiento de Correas de cubierta	128
Figura 6.36. Comprobación de Correas de cubierta	128
Figura 6.37. Opciones exportar a NM3D	129
Figura 6.38. Nueva obra NM3D. Normas	130
Figura 6.39. Nueva obra NM3D. Estados límite	130
Figura 6.40. Nueva obra NM3D. Cimentación	131
Figura 6.41. Nueva obra NM3D	131
Figura 6.42. Mover Nudo	132
Figura 6.43. Barras entre pórticos	132
Figura 6.44. Barras de arriostramiento	133
Figura 6.45. Describir perfil	134
Figura 6.46. Descripción del perfil	134
Figura 6.47. Importar cubierta desde NM3D	135
Figura 6.48. Introducción de zapatas en pilares	136
Figura 6.49. Introducción de vigas de atado	137
Figura 6.50. Importar cubierta desde NM3D	138
Figura 6.51. Introducción de zapatas en pilares	139
Figura 6.52. Introducción de vigas de atado	140
Figura 6.53. Resultados Cálculo Opción Frontón descubierto Hormigón	141
Figura 6.54. Opción Frontón descubierto Hormigón. Espesor insuficiente por esbeltez.	142
Figura 6.55. Opción Frontón descubierto Hormigón. Espesor muro 40 cm	142
Figura 6.56. Resultados Cálculo Opción Frontón descubierto Hormigón espesor 40 cm	143
Figura 6.57. Resultados Cálculo Opción Frontón descubierto Fábrica	144
Figura 6.58. Cálculo Cubierta	145
Figura 6.59. Opciones de dimensionamiento	146
Figura 6.60. Opción Frontón semicubierto Hormigón. Espesor insuficiente por esbeltez.	146
Figura 6.61. Opción Frontón semicubierto Hormigón. Espesor muro 40 cm.	147
Figura 6.62. Dimensionamiento Opción Frontón semicubierto Hormigón	148
Figura 6.63. Geometría Zapata. Opción Frontón semicubierto Hormigón Fase I	149
Figura 6.64. Geometría Zapata Armado inferior. Opción Frontón semicubierto Hormigón Fase I	149
Figura 6.65. Geometría Zapata Armado superior. Opción Frontón semicubierto Hormigón Fase I	149
Figura 6.66. Opciones de dimensionamiento	150
Figura 6.67. Dimensionamiento Opción Frontón semicubierto Fábrica	151



Figura 6.68. Geometría Zapata. Opción Frontón semicubierto Fábrica Fase I	152
Figura 6.69. Geometría Zapata Armado. Opción Frontón semicubierto Fábrica Fase I	152



Índice de ecuaciones

Ecuación 2.1. Valor característico resistencia última	27
Ecuación 2.2. Valor de cálculo de la propiedad de un material	27
Ecuación 2.3. Valor de cálculo de una acción	29
Ecuación 2.4. Efecto de las acciones	30
Ecuación 2.5. Resistencia de la estructura	30
Ecuación 2.6. Equilibrio estático	30
Ecuación 2.7. Ecuación del estado límite de rotura o deformación excesiva	30
Ecuación 2.8. Efecto de las acciones para situaciones persistentes y transitorias de proyecto ..	31
Ecuación 2.9. Efecto de las acciones para situaciones accidentales de proyecto	31
Ecuación 2.10. Efecto de las acciones para situación sísmica del proyecto	31
Ecuación 2.11. Verificación estados límite de servicio	31
Ecuación 2.12. Valor del efecto de las acciones para el estado límite de servicio en la combinación característica o rara	32
Ecuación 2.13. Valor del efecto de las acciones para el estado límite de servicio en la combinación frecuente	32
Ecuación 2.14. Valor del efecto de las acciones para el estado límite de servicio en la combinación cuasipermanente	32
Ecuación 2.15. Verificación de la capacidad portante de un muro de carga	60
Ecuación 5.1. Verificación de la estructura portante	100
Ecuación 5.2. Verificación de estabilidad	101
Ecuación 5.3. Verificación de la estabilidad frente al vuelco de la cimentación	102
Ecuación 5.4. Verificación de la estabilidad global del terreno de la cimentación	102
Ecuación 5.5. Verificación de los E.L.U.	103



Índice de tablas

Tabla 2.1. Coeficientes parciales de seguridad	28
Tabla 2.2. Coeficientes Ψ para edificación, según EC-1	29
Tabla 2.3. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones	29
Tabla 2.4. Correcciones según el nivel de control de ejecución	29
Tabla 2.5. Clases generales de exposiciones relativas a la corrosión de las armaduras.	32
Tabla 2.6. Clases específicas de exposición relativas a otros procesos de deterioro distintos de la corrosión	32
Tabla 2.7. Campo de aplicación y características relativas a piezas cerámicas LD (EN 771-1) ..	63
Tabla 2.8. Campo de aplicación y características relativas a piezas cerámicas HD (EN 771-1) ..	65
Tabla 3.1. Datos meteorológicos Segovia	79

1. Introducción

1.1. MOTIVACIÓN

Debido al estado de deterioro del actual frontón del municipio de Valseca (Segovia) como puede verse en la Figura 1.1. Y a que sus dimensiones y características quedan pequeñas y no se corresponden con las definidas por la federación internacional de pelota para la práctica deportiva de frontenis. Siendo común que los habitantes del municipio que quisieran practicar este deporte, tuvieran que desplazarse a otras localidades vecinas para poder hacerlo. El nuevo grupo político elegido para el ayuntamiento del municipio, en las últimas elecciones municipales, contaba en su programa electoral con la construcción de un nuevo frontón.

El autor de este proyecto, alumno de la Universidad Carlos III de Madrid, y natural de Valseca quiere con este proyecto fin de carrera, realizar un estudio de las diferentes opciones para el diseño de un frontón, para el municipio de Valseca. Obtener como resultado la valoración técnica y económica de cada opción, para su evaluación por el ayuntamiento de Valseca, dado que en el momento actual no dispone de los medios económicos para su construcción.

Esto exige un diseño de la edificación según la creatividad del autor así como el conocimiento y estudio de las normativas estructurales vigentes, y formación y puesta en práctica del manejo de software estructural como es CypeCAD.



-Figura 1.1.- Antiguo frontón



1.2. OBJETIVOS

El objetivo principal del presente proyecto es estudiar las diferentes opciones del diseño de un Frontón en la localidad de Valseca, estudiando diferentes factores como son, estructural, selección de materiales, modo constructivo, y costes económicos, para que el ayuntamiento de la localidad, pueda seleccionar la opción que más se adapte a sus posibilidades.

Dado el carácter académico, y dado que es un proyecto fin de carrera, se quiere también aplicar, afianzar y ampliar los conocimientos adquiridos durante la carrera por parte del alumno. Estos conocimientos son:

- Desarrollo de un proyecto
- Diseño de una edificación según el CTE
- Diseño de estructuras de hormigón armado según EHE
- Cálculo estructural mediante el uso del software CypeCAD
- Cálculo y diseño de cimentaciones
- Cálculo y diseño de muros
- Diseño de estructuras metálicas
- Cálculo y optimización de estructuras metálicas
- Cálculo y diseño de uniones soldadas
- Cálculo y diseño de placas de anclaje
- Manejo de AutoCAD 2D y 3D
- Cálculo de presupuestos



1.3. FASES DEL DESARROLLO

- FASE I: ESTUDIOS ANTECEDENTES

En esta Fase I se realizan los estudios previos pertinentes de la normativa vigente a aplicar, y del emplazamiento para poder definir el proyecto.

- FASE II: DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Tras analizar los estudios previos realizados, en esta Fase II, se define el proyecto que se quiere realizar y las opciones a estudiar

- FASE III: CÁLCULOS

En esta Fase III se realizan los cálculos para las diferentes opciones constructivas y con los diferentes materiales.

- FASE V: VALORACIÓN ECONÓMICA

Una vez definidas las características de cada opción, se cuantifica el coste económico de cada una de ellas.

- FASE VI. ELABORACIÓN DE PLANOS

Definidas y cuantificadas las opciones se procede a plasmar las ideas en los planos que definen el proyecto.

1.4. MEDIOS EMPLEADOS

Para la elaboración del documento redactado se ha utilizado el software *Microsoft Office*.

Para la elaboración de los dibujos y planos se ha utilizado el software *AutoCAD*.

Para la realización de los cálculos estructurales se ha ayudado del software *CypeCAD*.

También se ha utilizado el buscador *Google* de internet para la búsqueda de diversa información.

2. Antecedentes

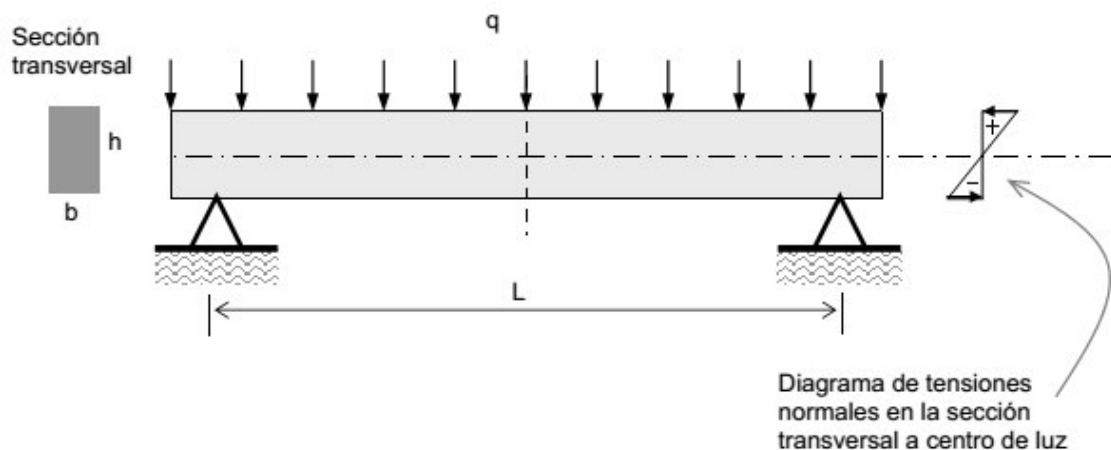
2.1 HORMIGÓN ARMADO ESTRUCTURAL

El hormigón es un material heterogéneo que además retrae, fluye y se agrieta, de tal forma que sus tensiones no pueden ser conocidas con exactitud.

Las ecuaciones de diseño están basadas en conceptos básicos de la ingeniería mecánica y de la estática junto con términos deducidos empíricamente.

El hormigón por si solo es un material que resiste bien a compresión (en torno a 30 N/mm² o MPa) aunque menos que el acero (que su resistencia a compresión está en torno a 400 N/mm²) e incluso menos que la madera. Una característica del hormigón es su baja resistencia a tracción, del orden de 10 veces menor que la resistencia a compresión, hablando en términos poco precisos.

Considerando la viga fabricada exclusivamente con hormigón (sin acero) de la siguiente figura:



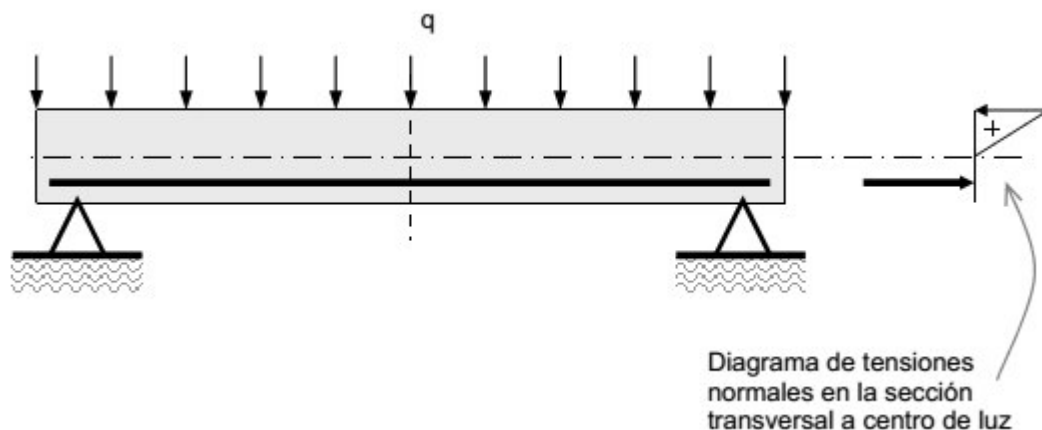
-Figura 2.1. Viga de hormigón. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”.

El valor máximo de la carga (q) que puede resistir la viga será aquella que origine una tensión de tracción igual a la resistencia a tracción del hormigón. Cuando esta carga se alcance la viga colapsará sin previo aviso.

En la viga de la figura la rotura se producirá en las fibras inferiores, pues es en ellas donde se experimentan las máximas tracciones. Se puede fácilmente intuir que, en general, el empleo de hormigón sin armadura (hormigón en masa) no es adecuado. En el elemento estructural de la figura se está desaprovechando la capacidad de trabajo del hormigón a compresión ya que éste podría resistir tensiones mucho mayores. Además se está confiando en la capacidad de trabajo del

hormigón a tracción que, dado que no se puede garantizar que el hormigón no tenga grietas que lo incapaciten para resistir esta sollicitación, es muy poco fiable.

Para mejorar los inconvenientes antes descritos se plantea la necesidad de introducir un material que resista a tracción lo que el hormigón no puede: el acero. Este material añadido debe colocarse en las zonas donde es más necesario (ver siguiente figura) o sea, donde se desarrollan las tracciones. Al conjunto de ambos materiales trabajando de esta forma se le denomina hormigón armado.

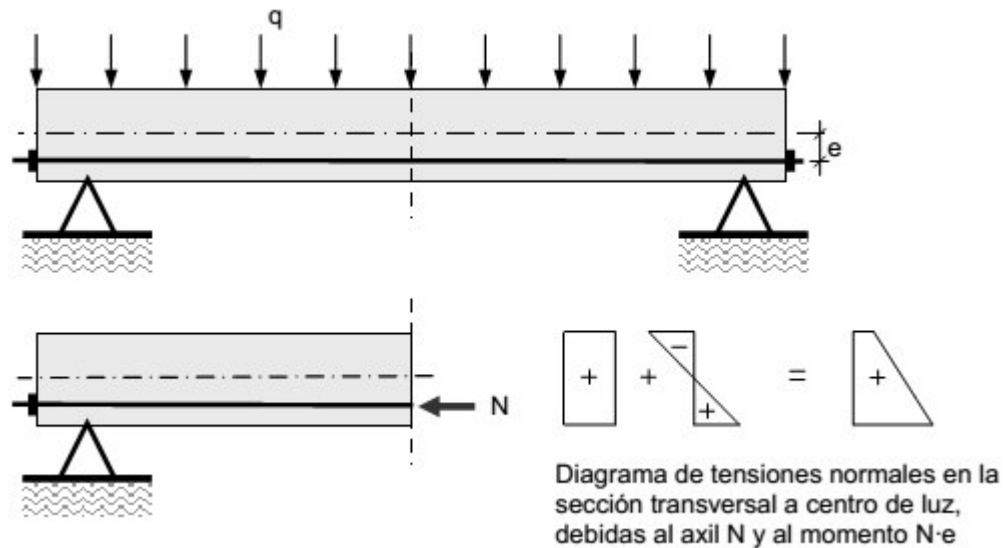


-Figura 2.2 Viga de hormigón con acero en la zona de tracción. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”.

Salvo excepciones, no se considera la colaboración del hormigón a tracción, tal y como se aprecia en el diagrama de tensiones normales.

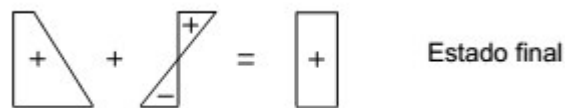
Puesto que sobre la viga de la figura no actúa ningún esfuerzo axial (flexión simple), en toda sección transversal se debe cumplir que la resultante de las compresiones iguale a la resultante de las tracciones.

Con la aparición en el mercado aceros de alto límite elástico, aceros cuya resistencia a tracción es muy elevada (en torno a 2000 N/mm²), se plantea la posibilidad de su empleo junto con el hormigón. Para ambos aceros, el de alto y bajo límite elástico, el módulo de elasticidad es siempre aproximadamente el mismo, $E_s = 200000$ N/mm², lo que implica que pasar de una tensión inicial de 0 a una tensión igual a su resistencia máxima requiere una deformación grande en el acero de alto límite elástico. Por tanto, si se pretende emplear este tipo de acero para armar una viga, tal como se indica en la figura, el hormigón se agrietará exageradamente y aparecerán grandes deformaciones antes de alcanzar tensiones próximas a su máxima capacidad. Trabajar a resistencias máximas con acero de alto límite elástico sólo es posible si éste es introducido en el hormigón con una predeformación (o tensión inicial, denominada pretensado). Con esta técnica es posible que, para deformaciones pequeñas o nulas, el acero trabaje a tensiones cercanas a su tensión máxima. En la siguiente figura se representan los diagramas de tensiones normales debidas al efecto del pretensado, suponiendo en la sección transversal situada en el centro de luz el acero (cable de pretensado) está sometido a una carga axial de valor N.



-Figura 2.3. Viga de hormigón con acero pretensado. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”.

Si al estado de tensiones inicial, debido al pretensado (fuerza del axil N y momento $N \cdot e$), se le suman las tensiones correspondientes al momento flector generado por la carga q , se tiene:



-Figura 2.4. Estado de tensiones en viga pretensada. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”.

Se puede observar que el estado de tensiones final (o en carga), presenta tensiones menores que el estado de tensiones inicial (o descargado).

Este nuevo tipo de hormigón estructural se denomina hormigón pretensado. Es interesante señalar que cuando un hormigón armado se desencofra (el encofrado es el sustento necesario hasta que endurezca) las barras de acero quedan traccionadas mientras que, en la zona de compresiones, el hormigón queda comprimido. Así pues, tanto en el hormigón armado como en el pretensado, el acero quedará finalmente tensado.

A la armadura propia del hormigón armado se le denomina armadura pasiva y a la propia del hormigón pretensado se le denomina armadura activa.

Particularidades del material compuesto

El material compuesto hormigón-acero posee algunas características especiales debido a su relación sinérgica que van más allá de la puramente mecánica.

La primera gran ventaja es que el hormigón genera cal libre durante su fraguado y endurecimiento, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, lo que hace que tenga un pH muy elevado ($\cong 12$). Este ambiente alcalino protege al acero de un posible proceso de corrosión.



El acero, que de por sí es muy vulnerable frente a la acción del fuego, está recubierto por una capa de hormigón que le confiere un gran aislamiento. El efecto es que el conjunto puede permanecer expuesto a grandes temperaturas durante horas sin que su capacidad mecánica se vea alterada.

Con el paso del tiempo, y debido a que el hormigón es poroso, el CO₂ del aire penetra por los poros del hormigón reaccionando con la cal libre y despasivizando el medio (proceso de carbonatación). Este fenómeno es el principal causante de la degradación del hormigón pues deja expuesto al acero frente a la corrosión. Durante este proceso el hormigón se carbonata. La superficie que separa la masa de hormigón carbonatado de la que no lo está se denomina frente de carbonatación.

Las contaminaciones del hormigón por sales de cloro (Cl⁻) crean un efecto parecido al descrito anteriormente; estas sales pueden provenir del agua, de los áridos, o aparecer con posterioridad a la fabricación del hormigón (p.ej. uso de sales de deshielo en carreteras).

La tracción absorbida por las barras de acero será transmitida al hormigón mediante tensión cortante (fricción) a lo largo del perímetro de las barras de acero. Para asegurar la transmisión de estas tensiones de cortante se necesita garantizar una buena adherencia entre hormigón y acero. Esta adherencia queda garantizada por varios mecanismos.

El primero de estos mecanismos es de naturaleza físico-química, su origen está en la interfase hormigón-acero que se produce en el contacto de ambos.

El segundo mecanismo se debe al hecho de que el hormigón retrae al endurecer, lo que provoca un mejor agarre de las armaduras.

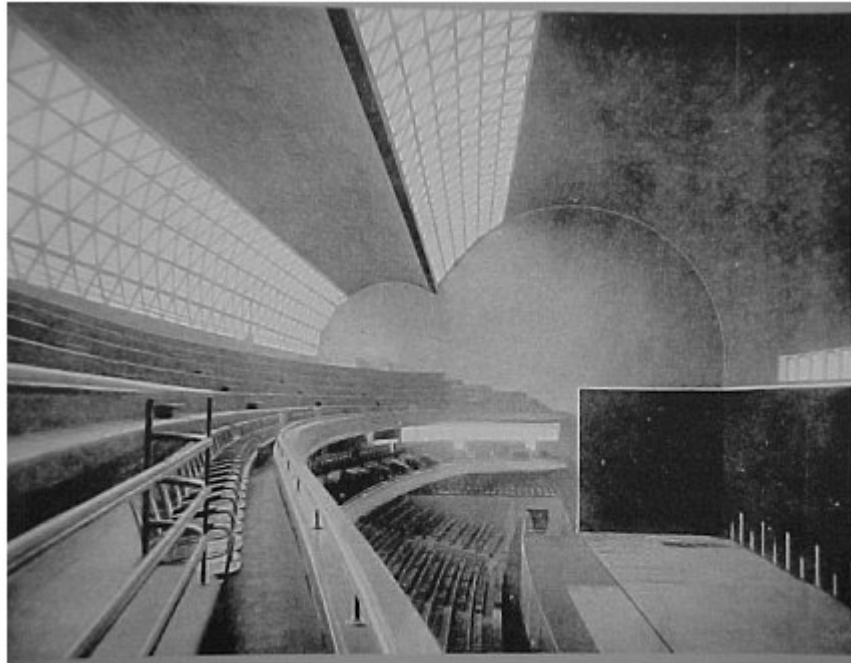
El tercer mecanismo es un mecanismo forzado: las barras de las armaduras pasivas, que son las empleadas en hormigón armado, están fabricadas con corrugas que mejoran la adherencia.

En relación con el hormigón pretensado, existen dos grandes diferencias técnicas dependiendo de si la tensión en el acero se introduce antes o después del endurecimiento del hormigón (hormigón preteso y postesado, respectivamente). En elementos pretesos, el acero se tensa dentro del molde del elemento, posteriormente se hormigona y una vez endurecido se liberan los extremos de los cables. En estas estructuras el trazado del cable debe de ser rectilíneo. En el caso de estructuras postesadas, en el interior de la masa de hormigón se colocan unos conductos o vainas por los que, una vez endurecido el hormigón, se procede a introducir los cables de pretensado para su posterior tesado. El trazado de los cables en estas últimas estructuras puede ser curvo.

De lo anteriormente expuesto se puede intuir que la transmisión de las tracciones del acero al hormigón en elementos de hormigón pretensado es más compleja que en el caso del hormigón armado. Como ya comentamos, el acero de pretensar alcanza tracciones mucho mayores que el acero de armar. La solución a este problema ha generado grandes diferencias entre distintos sistemas ideados para realizar dicha transmisión existiendo numerosos sistemas de pretensado (tanto postesado como pretesado) y múltiples patentes.

Con la técnica del hormigón armado las luces que se pueden salvar en una viga horizontal son muy limitadas. Las grandes luces en hormigón armado se consiguen mediante estructuras cuya geometría obliga a que las secciones trabajen fundamentalmente a compresión, siendo los esfuerzos de flexión muy limitados, tal es el caso de los arcos.

Se muestran a continuación dos ejemplos de obras de hormigón armado:



-Figura 2.5. Frontón de Recoletos. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”.



-Figura 2.6. Viaducto Martín Gil. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”.

Normativa

El uso del hormigón en la sociedad es de tal importancia que los modelos de comportamiento del hormigón y del acero, las hipótesis de cálculo y su rango de aplicación están normalizados. En Europa es de aplicación el Eurocódigo 2 para hormigón estructural y el Eurocódigo 1 para el estudio de las cargas sobre las estructuras. En España la norma vigente es la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE). En la parte dedicada a hormigón estructural la EHE y el Eurocódigo 2 son similares aunque en algunos casos existen diferencias apreciables, debido sobre todo a la tradición tecnológica de nuestro país.



En la norma española si el hormigón no contiene armadura se le denomina hormigón en masa (HM), si su armadura está constituida exclusivamente por armadura pasiva se denomina hormigón armado (HA) y si existe armadura activa se llama hormigón pretensado (HP). En la nomenclatura del Eurocódigo 2 no existe esa diferencia y al hormigón estructural se le nombra con la letra C.

Procedimientos generales de cálculo

Cuando se acomete el cálculo de una estructura con objeto de dimensionarla existen algunos datos que es necesario conocer: acciones, propiedades de los materiales, condiciones ambientales y geometría. En relación al valor de cada uno de estos datos caben dos posibilidades:

- suponer que sus valores son conocidos y únicos, o bien
- suponer que el valor de cada uno o conjunto de ellos tiene asociada una cierta distribución estadística.

El primero de los planteamientos se conoce como determinista. Los planteamientos deterministas fueron adoptados por las primeras normas de hormigón, de manera que partiendo de unos valores determinados en los datos de entrada se realizaba todo el cálculo estructural. Al final del proceso de cálculo se comparaba el resultado de algunos valores obtenidos con los que se consideraban valores admisibles de estos resultados. P.ej. las tensiones obtenidas en el cálculo se comparaban con lo que se denominaban tensiones admisibles, siendo en éstas donde se introducía el coeficiente de seguridad, asociado a la incertidumbre inherente al proceso.

El segundo de los planteamientos es mucho más realista y consiste en asignar a cada una de las variables del proceso una función de densidad y obtener la garantía de funcionamiento de la estructura en términos de probabilidad.

Un planteamiento intermedio a los anteriores es el método de los estados límites. En este método se fijan una serie de estados que la estructura, durante un tiempo determinado, no debe sobrepasar para garantizar una determinada funcionalidad.

A ese intervalo de tiempo se le conoce como vida útil de la estructura.

El método de los estados límites

Cuando se proyecta y construye una estructura se debe hacer de forma que durante la vida útil estimada se mantenga en las condiciones de uso requeridas, tanto durante su construcción como durante su uso, sin que ello requiera operaciones más complicadas que un simple mantenimiento.

A lo largo de esta vida útil pueden aparecer distintas situaciones en función de su duración en el tiempo denominadas situaciones de proyecto:

- situaciones persistentes o definitivas
- situaciones transitorias o provisionales
- situaciones accidentales
- situaciones sísmicas

Durante todas estas situaciones hemos de garantizar que no se alcanzará ningún ESTADO LÍMITE, definidos como aquellos a partir de los cuales la estructura no satisface los requerimientos de seguridad y de funcionalidad para los que había sido proyectada.



Los estados límite se agrupan en los dos siguientes:

1. Estados límite últimos (ELU): Asociados al colapso o a otra forma de fallo similar de la estructura, parte de ella, o a la seguridad de personas.

Los estados límites últimos, según la norma española de hormigón EHE, se producen cuando el fallo se presenta por:

- Pérdida de estabilidad
- Solicitaciones normales
- Cortante
- Torsión
- Punzonamiento
- Deformaciones estructurales (pandeo)
- Fatiga

2. Estados límite de servicio (ELS): Asociados a la falta de servicio en funcionalidad, comodidad o apariencia estética de la estructura. Los estados límite de servicio pueden ser reversibles o irreversibles. Los estados límites de servicio en hormigón son:

- de limitación de tensiones bajo condiciones de servicio
- de fisuración
- de deformación

El método de los estados límites centra su estudio sobre las acciones y sobre las características de los materiales. La durabilidad de la estructura es un supuesto de proyecto, lo que quiere decir que se supone que los materiales de la estructura permanecerán en perfecto estado durante su vida útil.

Para garantizar esto último, se tomarán medidas paliativas en función del tipo de ambiente en el que se encuentre y se asegurará la calidad durante todo el proceso constructivo.

Se supone que las hipótesis de cálculo establecidas para el análisis estructural son apropiadas para predecir el comportamiento estructural y los estados límites considerados. El método de los estados límites está basado en el principio de superposición y, por tanto, todo análisis estructural cuyas hipótesis no verifiquen el principio de superposición (como puede ser el caso del estudio de estabilidad de pilares) no es compatible, en principio, con el método de los estados límites.

Las acciones sobre una estructura se pueden clasificar atendiendo a varios criterios:

- Por su forma de aplicación: directas (cargas) o indirectas (deformaciones impuestas, acciones térmicas,...).
- Según su variación en el tiempo:
 - G permanentes: como el peso propio o los elementos permanentes.
 - Q variables: como la sobrecarga de uso, el viento o la nieve.
 - A accidentales: como explosiones o impactos de vehículos
- Por su variación espacial: fijas o libres.
- Por su naturaleza o respuesta estructural: estáticas o dinámicas.



Valores característicos, valores representativos y valores de cálculo

Un concepto muy importante en el método de los estados límites es el de valor característico, tanto para las acciones como para los materiales. El concepto de valor característico está ligado a la distribución estadística que presenta el valor en cuestión, denominándose valor característico aquel que más interese destacar dentro de la distribución estadística. Algunas veces el valor característico corresponderá al valor medio y en otras ocasiones será el asociado a un percentil determinado de la distribución estadística.

En relación a los materiales, desde el punto de vista del método de los estados límites, caben dos posibilidades: referirse a situaciones de resistencia última (relacionadas con los ELU) o bien referirse a situaciones de limitación de deformaciones (relacionadas con los ELS). Según se trate de un caso u otro, el valor característico de los materiales será conceptualmente diferente y el nivel de seguridad requerido en el cálculo también será diferente.

Considerando el siguiente ejemplo: si se pretende estudiar la deformación de una viga de hormigón lo que interesa es considerar el valor medio del módulo de deformación ya que en el cálculo de la deformación de ésta interviene todo el hormigón que la compone. Por el contrario, si lo que se pretende es estudiar la resistencia a rotura de la viga será conveniente tener en cuenta el valor de la resistencia del hormigón correspondiente a un percentil determinado ya que la rotura se producirá por el punto más débil.

En el caso de las resistencias últimas de los materiales, se supone que sus valores siguen una distribución normal. El valor característico de la resistencia última será el que presente una garantía del 95% (sólo el 5% de las probetas ensayadas tendrán una resistencia menor a la característica):

$$f_k = f_m - 1.65\sigma \quad \text{ec. 2.1.}$$

f_k : valor medio

f_m : valor característico

σ : desviación estándar

En cuanto a parámetros relativos a la rigidez de los materiales, necesarios para medir deformaciones, el valor característico será su valor medio, ya que la deformación vendrá dada con mayor exactitud por el valor medio que por el del cuantil del 0.95.

Como ya hemos dicho, el valor característico de la propiedad de un material es aquel valor que es más interesante resaltar (X_k). No obstante, cuando se introduce en el cálculo es necesario aplicarle un coeficiente de seguridad con objeto de garantizar que no se va a sobrepasar en los ELU y que los ELS van a ser calculados con exactitud. Con este objeto se introduce el coeficiente parcial de la propiedad del material: γ_M .

Se denomina valor de cálculo de la propiedad de un material al valor X_d :

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_M} \quad \text{ec. 2.2.}$$

X_d : valor de cálculo

X_k : valor característico

γ_M : coeficiente parcial

Los coeficientes parciales de seguridad para ELU de las propiedades de los materiales según la EHE y el EC2 se recogen en la tabla siguiente tabla:



Situación de proyecto	Hormigón	Acero pasivo y activo
	γ_c	γ_s
Persistente o transitoria	1.5	1.15
Accidental	1.3	1.0

-Tabla 2.1. Coeficientes parciales de seguridad

El valor del coeficiente parcial de seguridad en hormigón es mayor que en acero puesto que existe mayor desviación de la media en su valor característico. Si los valores característicos de resistencia son de 30 MPa para un hormigón y de 500 MPa para un acero, sus correspondientes valores de cálculo -en situaciones persistentes serán de 20 y 435 MPa, respectivamente. Esto significa que, debido al proceso de fabricación, se tiene la misma garantía de que el acero de 500 MPa no supere el valor de 435 MPa como de que un hormigón de 30 MPa no supere 20 MPa.

Para los ELS se tomará $\gamma_M=1$.

Acciones

En el caso de las acciones el valor característico depende del tipo de acción considerada, pudiendo ser el valor medio, un valor superior, un valor inferior o un valor nominal.

En el caso de acciones permanentes:

- si su variación es pequeña se suele usar un único valor G_k
- si su variabilidad es grande se suelen usar dos valores característicos $G_{k,inf}$ y $G_{k,sup}$, asociados al cuantil del 5% y del 95% respectivamente.

En el caso de acciones variables, en la definición de su valor característico se usan niveles de confianza del 2% y del 98% para $Q_{k,inf}$ y $Q_{k,sup}$ respectivamente, o bien su valor medio.

Se denomina valor representativo de una acción al valor adoptado como carga sobre la estructura, en general este valor será el valor característico y, de hecho, para las cargas permanentes el valor característico y el representativo coinciden. Cuando se consideran numerosas cargas o combinaciones de cargas sobre una estructura la probabilidad de que aparezcan todas simultáneamente disminuye. Por ejemplo: sobre un puente actúan varias cargas variables: el tráfico, la nieve, el viento, las cargas térmicas,... pero la probabilidad de que todas actúen a la vez es menor que la de que actúen sólo algunas de ellas y, por tanto, es lógico considerar sólo fracciones de las cargas variables cuando actúen a la vez. Considerar combinación de acciones implica tener en cuenta que es poco probable la actuación simultánea de todas ellas, lo que se realiza mediante los coeficientes de compatibilidad Ψ . Así pues, aparecen tres valores representativos de las acciones variables:

$\Psi_0 Q_k$ el valor de combinación

$\Psi_1 Q_k$ el valor frecuente (ligado a una parte de tiempo del 5%)

$\Psi_2 Q_k$ el valor cuasipermanente (ligado a una parte del tiempo del 50%)

Los valores de Ψ dependerán de cada normativa. En la tabla siguiente se indican los valores establecidos por el EC-1 para estructuras de edificación:

2. ANTECEDENTES

Acción	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Carga exterior en:			
A.- Edificios domésticos	0.7	0.5	0.3
B.- Oficinas	0.7	0.5	0.3
C.- Áreas de reunión	0.7	0.7	0.6
D.- Comercios	0.7	0.7	0.6
E.- Almacenes	1.0	0.9	0.8
Carga de tráfico:			
- vehículo ≤ 30 kN	0.7	0.7	0.6
- vehículo entre 30 y 160 kN	0.7	0.5	0.3
- cubiertas	0	0	0
Nieve	0.6	0.2	0
Viento	0.6	0.5	0
Térmicas (no fuego)	0.6	0.5	0

-Tabla 2.2. Coeficientes Ψ para edificación, según EC-1

Se denomina valor de cálculo (también denominado valor de diseño) de una acción al valor F_d :

$$F_d = \gamma_F \Psi_i F_K \quad \text{ec. 2.3.}$$

F_d : valor de cálculo

γ_F : coeficiente parcial de la acción

Ψ_i : coeficiente de compatibilidad

F_K : valor medio

El valor de γ_F además tiene en cuenta si el efecto de la acción sobre la estructura es favorable o desfavorable, según sea este efecto γ_F tomará diferentes valores. El valor de γ_F establecido por la EHE viene recogido en la tabla siguiente:

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G=1.00$	$\gamma_G=1.35$	$\gamma_G=1.00$	$\gamma_G=1.00$
Pretensado	$\gamma_P=1.00$	$\gamma_P=1.00$	$\gamma_P=1.00$	$\gamma_P=1.00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_G=1.00$	$\gamma_G=1.50$	$\gamma_G=1.00$	$\gamma_G=1.00$
Variable	$\gamma_Q=0.00$	$\gamma_Q=1.50$	$\gamma_Q=0.00$	$\gamma_Q=0.00$
Accidental	-	-	$\gamma_A=1.00$	$\gamma_A=1.00$

-Tabla 2.3. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones

Estos valores pueden ser modificados en función del nivel de control en la ejecución de la obra, según la tabla siguiente:

TIPO DE ACCIÓN	Nivel de control de ejecución		
	Intenso	Normal	Reducido
Permanente	$\gamma_G=1.35$	$\gamma_G=1.50$	$\gamma_G=1.65$
Pretensado	$\gamma_P=1.00$	$\gamma_P=1.00$	-
Permanente de valor no constante	$\gamma_G=1.50$	$\gamma_G=1.60$	$\gamma_G=1.80$
Variable	$\gamma_Q=1.50$	$\gamma_Q=1.60$	$\gamma_Q=1.80$

-Tabla 2.4. Correcciones según el nivel de control de ejecución.

Combinación de acciones para verificar los Estados Límites

Una vez conocidas todas las acciones a las que está sometida la estructura y sus valores de cálculo, los valores de cálculo de las propiedades de los materiales, los datos geométricos, y decidido el tipo de análisis estructural se pueden comprobar cada uno de los Estados Límites. Este nuevo paso consiste en verificar que no se sobrepasa ninguno de los estados límites durante la vida útil de la estructura. Para ello hay que considerar todas las formas posibles en que las acciones pueden actuar sobre la estructura (combinaciones) durante la vida de la estructura (situaciones de proyecto). El método de los estados límites plantea una serie de combinaciones de acciones que tienen en cuenta

la probabilidad de que se presente una determinada situación de proyecto junto con la probabilidad de que las acciones actúen simultáneamente. Se establecen así unas determinadas combinaciones de acciones para cada situación de proyecto.

Sean E los efectos de las acciones (p.ej. esfuerzos en barras, tensiones, deformaciones y desplazamientos) y R la resistencia de la estructura, cuyos valores de cálculo son:

$$E_d = E(\underbrace{F_{d1}, F_{d2}, \dots}_{\text{acciones}} \underbrace{a_{d1}, a_{d2}, \dots}_{\text{geometría}} \underbrace{X_{d1}, X_{d2}, \dots}_{\text{materiales}}) \quad \text{ec. 2.4.}$$

$$R_d = R(a_{d1}, a_{d2}, \dots, X_{d1}, X_{d2}, \dots) \quad \text{ec. 2.5.}$$

donde:

F_{di} : son las acciones

a_{di} : los datos geométricos de la estructura

X_{di} : las acciones sobre la estructura

Para verificar los estados límites últimos se debe de cumplir:

- Equilibrio estático:

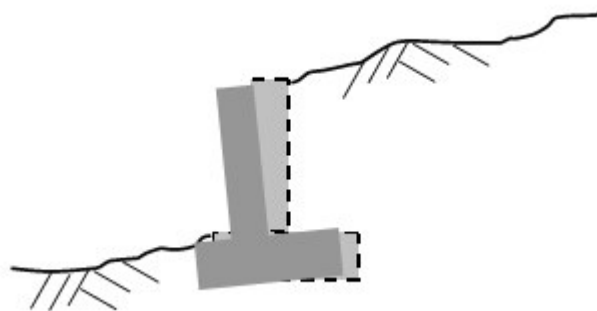
$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb} \quad \text{ec. 2.6.}$$

donde:

$E_{d,dst}$: valor de cálculo de los efectos desestabilizadores de las acciones

$E_{d,stb}$: valor de cálculo de los efectos estabilizadores de las acciones

Un ejemplo de esto puede verse en el muro de contención de tierras de la siguiente figura.



-Figura 2.7. Pérdida de estabilidad en un muro de contención de tierras. Fuente “Hormigón armado y pretensado. EICCP Universidad de Granada”.

No sólo hay que garantizar que el muro no rompa sino que éste tampoco puede deslizarse o volcar si se quiere asegurar la funcionalidad de la estructura.

La ecuación del estado límite de rotura o deformación excesiva:

$$E_d \leq R_d \quad \text{ec. 2.7.}$$

donde:

E_d : efecto de las acciones



R_d : Resistencia de la estructura

Para cada estado límite último (excepto para fatiga) el valor de E_d debe de ser calculado para las siguientes situaciones de proyecto:

- Para situaciones persistentes y transitorias de proyecto:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki} \quad \text{ec. 2.8.}$$

Para situaciones accidentales de proyecto:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{GAj} G_{kj} + \gamma_{PA} P_k + A_d + \Psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2i} Q_{ki} \quad \text{ec. 2.9.}$$

Para la situación sísmica de proyecto:

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + \gamma_I A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2i} G_{ki} \quad \text{ec. 2.10.}$$

donde:

+ significa “se combina con”

Σ significa “efecto combinado de”

G_{kj} valor característico de las acciones permanentes

P_k valor característico de las acciones de pretensado, que se consideran permanentes

Q_{k1} valor característico de la acción variable 1

Q_{ki} valor característico de la acción variable i

A_d valor de cálculo de la acción accidental

A_{Ed} valor de cálculo de la acción sísmica

γ_{Gj} coeficiente parcial de la acción permanente j

γ_{GAj} igual al anterior pero para situaciones accidentales de proyecto

γ_P coeficiente parcial para la acción de pretensado

γ_{PA} igual al anterior pero para situaciones accidentales de proyecto

γ_{Qi} coeficiente parcial para la acción variable i

γ_I coeficiente de importancia. Este coeficiente diferencia las estructuras según su importancia.

Para verificar los estados límites de servicio se debe de cumplir:

$$E_d \leq C_d \quad \text{ec. 2.11.}$$

donde:

E_d : efecto de las acciones

C_d : es el valor nominal o una función de la propiedad de cálculo del material relacionada con los efectos de cálculo de las acciones consideradas, o sea, una limitación impuesta a la estructura (por ejemplo: unas deformaciones).



Para cada estado límite de servicio, el valor de E_d debe de ser calculado para las siguientes combinaciones:

- Combinación característica o rara

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + Q_{k1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0i} Q_{ki} \quad \text{ec. 2.12}$$

- Combinación frecuente

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + \Psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2i} Q_{ki} \quad \text{ec. 2.13}$$

- Combinación cuasipermanente

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2i} Q_{ki} \quad \text{ec. 2.14.}$$

Algunas normas pueden presentar comprobaciones simplificadas, el EC1 y la EHE presentan comprobaciones simplificadas para estructuras de edificación.

Durabilidad

Las estructuras pueden colapsar por sobrepasar uno de los Estados Límites debido a causas tales como el deterioro de los materiales y, en especial, a problemas de corrosión. El problema de la durabilidad de la estructura se enfoca fuera del método de los estados límites y con carácter paliativo. La norma EHE plantea 4 clases generales de ambientes relativos a corrosión de armaduras y 4 clases de ambientes específicos para procesos de deterioro distintos de la corrosión, éstos se especifican en las siguientes tablas:

Clase de ambiente	Ejemplos
I –no agresivo-	Interior de edificios
IIa –normal de humedad alta-	Sótanos no ventilados, cimentaciones
IIb –normal de humedad media-	Tableros y pilas de puentes
IIIa –ambiente marino aéreo-	Edificaciones a menos de 5 km de la costa
IIIb –ambiente marino sumergido-	Diques, pantalanés
IIIc –ambiente marino en zona de mareas-	Pilas de puentes sobre el mar
IV –corrosión por cloruros-	Piscinas

-Tabla 2.5. Clases generales de exposiciones relativas a la corrosión de las armaduras.

Clase específica de exposición	Ejemplos
Qa –ataque químico débil-	Instalaciones industriales con ataque débil
Qb –ataque químico medio-	Estructuras marinas en general
Qc –ataque químico fuerte-	Conducciones de aguas residuales
H –heladas sin sales fundentes-	Construcciones en alta montaña
F –heladas con sales fundentes-	Tableros de puentes en alta montaña
E –erosión por cavitación o abrasión-	Pilas en cauces muy torrenciales

-Tabla 2.6. Clases específicas de exposición relativas a otros procesos de deterioro distintos de la corrosión

La durabilidad se garantiza clasificando la estructura dentro de una o varias clases de exposición e imponiendo condiciones relativas a:

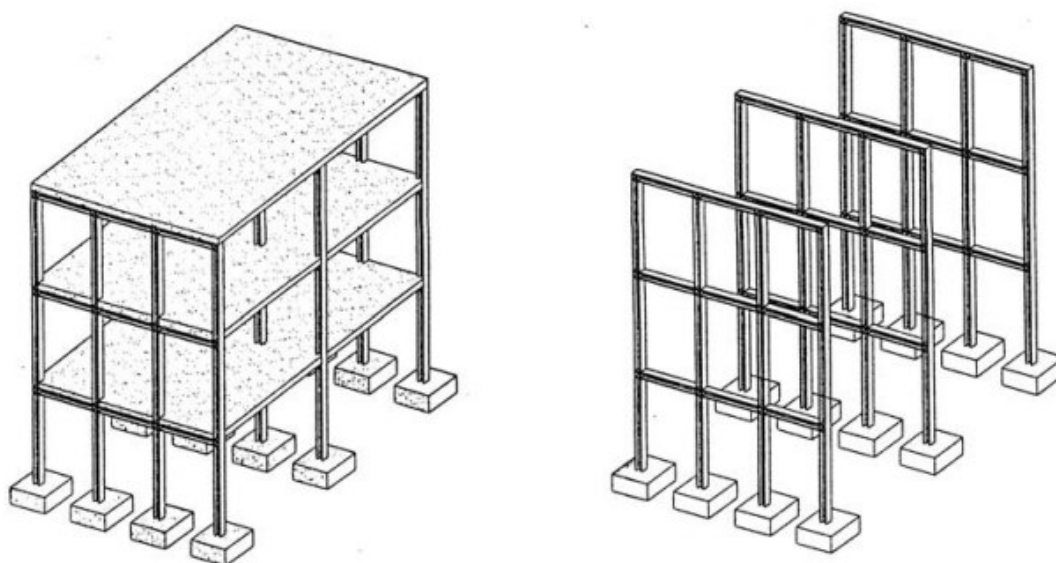
- Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento (tabla 37.3.2.a de la EHE) para garantizar la mínima porosidad.
- Resistencias mínimas (tabla 37.3.2. de la EHE) para garantizar máxima compacidad.
- Formas estructurales adecuadas que proporcionen el máximo aislamiento del agua.
- Adopción del adecuado espesor de recubrimiento (apdo. 37.2.4 de la EHE)
- Control de sustancias perjudiciales (apdos. 37.3.4 al 37.3.5)
- Cantidad mínima de aire ocluido para resistencia a heladas (apdo. 37.3.3)
- Limitación de fisura (apdo. 49.2.4)
- Calidad adecuada del hormigón, tanto en dosificación como en ejecución.

Con todas estas limitaciones se pretende que el hormigón no presente deterioro durante su vida útil con objeto de garantizar las resistencias del acero y del hormigón durante este periodo.

2.2 ESTRUCTURAS METÁLICAS. PÓRTICOS

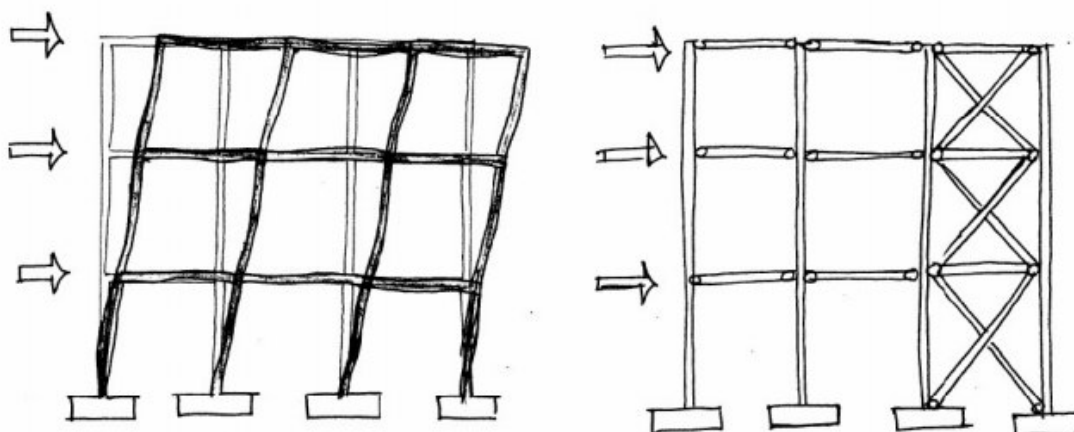
Sistemas estructurales. Edificación

El esquema resistente más habitual es el que hace uso de pórticos planos, constituidos por pilares y vigas en las que apoya la estructura horizontal o forjado, tal como aparece en la siguiente figura



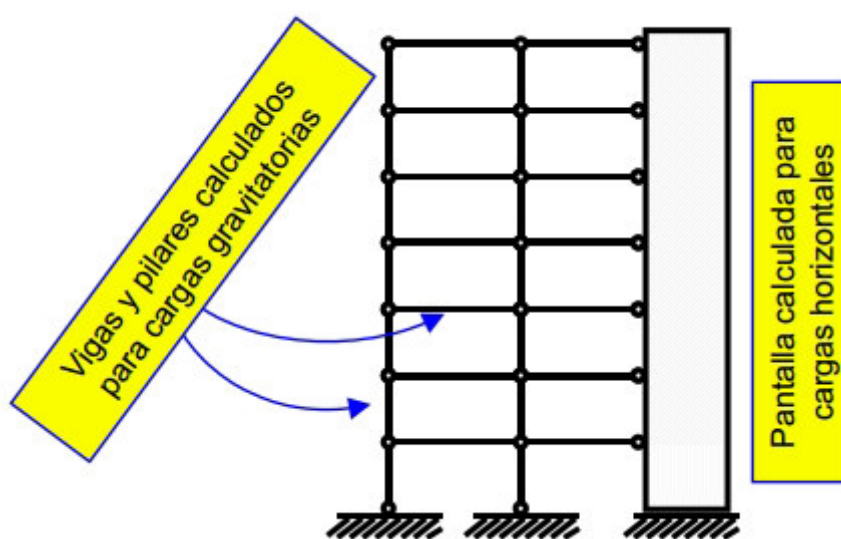
-Figura 2.8. Pórticos de edificación. Fuente “Estructuras metálicas. UNED”.

Si el pórtico es metálico, la ejecución de uniones rígidas, capaces de transmitir momentos, entre vigas y pilares complica y encarece la ejecución por lo que normalmente, tales uniones se proyectan como simples (transmisoras de fuerzas pero sin rigidez a momentos). En tal caso el entramado de vigas y pilares carece de rigidez ante acciones horizontales, y es necesario disponer algún otro mecanismo resistente, que puede ser triangulación de parte del entramado, formación de pantallas rígidas de hormigón, como se indica en las siguientes figuras:



.-Figura

2.9. Mecanismos resistentes frente acciones horizontales. Fuente “Estructuras metálicas. UNED”.



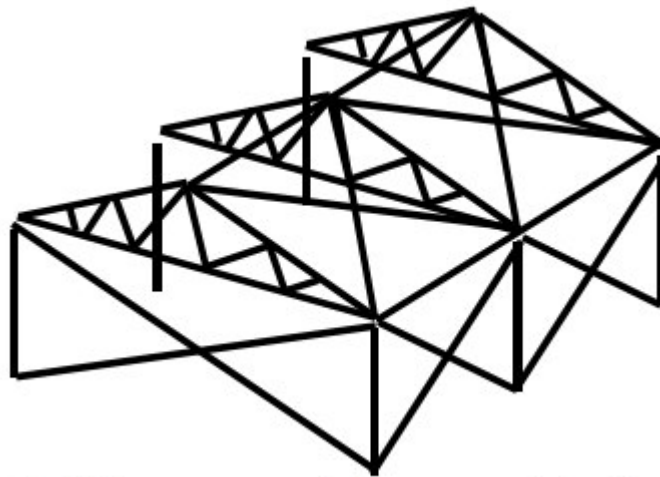
-Figura 2.10. Arriostramiento mediante pantallas. Fuente “Estructuras metálicas. UNED”.

Sistemas estructurales. Naves industriales

Los edificios industriales se han diversificado y tecnificado en forma tal que de la simple idea de aislar mínimamente un recinto de las condiciones de la intemperie se ha pasado a esquemas complejos que responden a exigencias funcionales muy precisas. Limitando la exposición a la construcción más simple, la nave industrial entendida como el cierre de un recinto, el primero de los elementos estructurales, soporte directo de los elementos de cierre y cubrición, es la correa, viga que se tiende en dirección perpendicular a los pórticos en los que se apoya

Como en los edificios, las fuerzas horizontales contenidas en el plano del pórtico, pueden ser resistidas por la flexión de los elementos si las uniones son rígidas. Para resistir la componente normal al plano de los pórticos es usual crear vigas trianguladas uniendo dos pórticos sucesivos mediante diagonales.

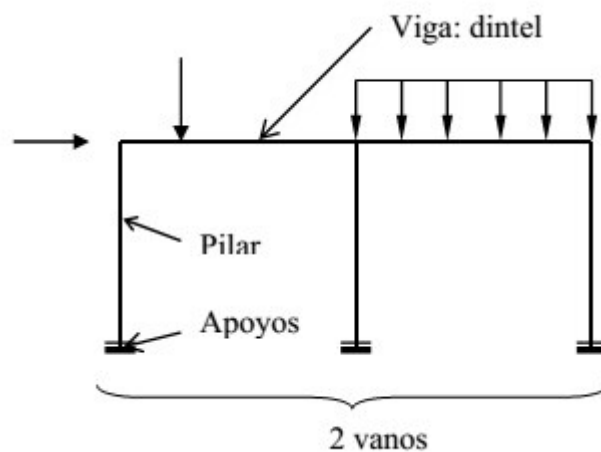
Se muestra a continuación una figura ilustrativa de lo expuesto anteriormente:



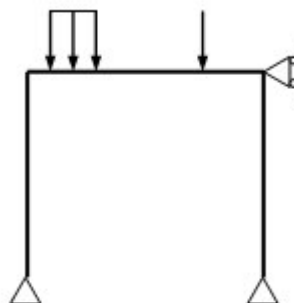
-Figura 2.11. Sistema estructural típico en naves industriales. Fuente “Estructuras metálicas. UNED”.

Pórticos

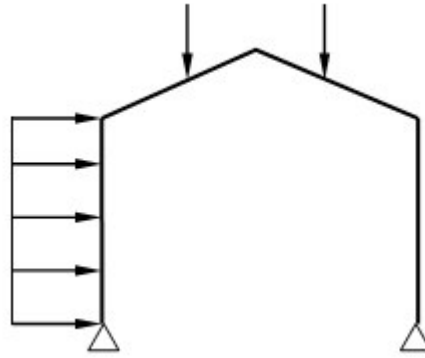
Pórtico es un sistema estructural de una sola planta con uno o varios vanos y constituido por barras rectas (vigas y pilares). Véanse algunos ejemplos de pórticos en las siguientes figuras:



-Figura 2.12 Pórtico doble empotrado, Traslacional Hiperestático. Fuente “Estructuras reticuladas uc3m.”



-Figura 2.13 Pórtico simple articulado, Intraslacional Hiperestático. Fuente “Estructuras reticuladas uc3m.”

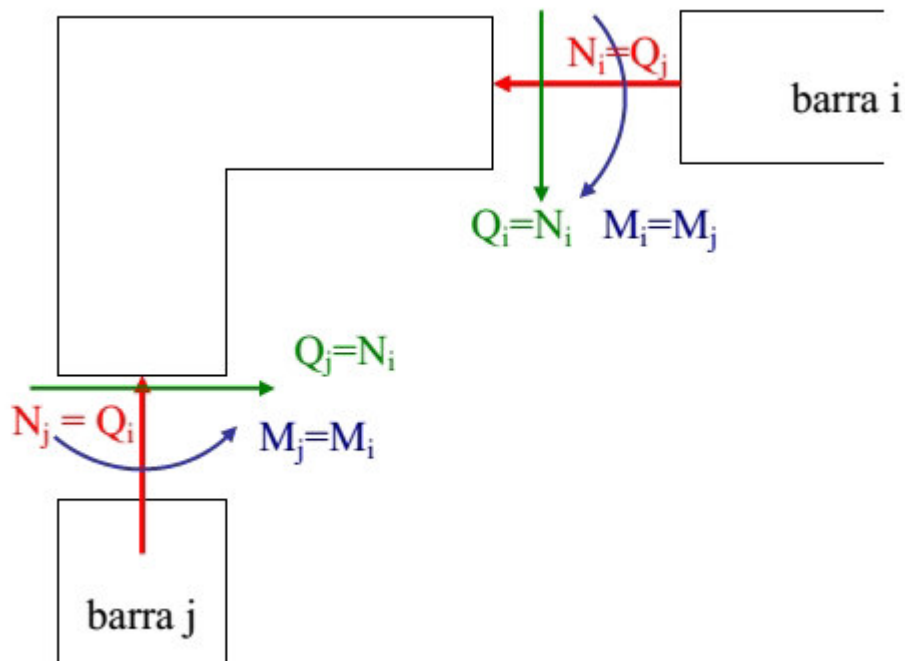


-Figura 2.14 Pórtico simple articulado con vigas inclinadas, Traslacional. Fuente “Estructuras reticuladas uc3m.”

Las hipótesis en las que se basa el cálculo de pórticos son:

- Los desplazamientos son muy pequeños respecto a las dimensiones de las barras del pórtico (la geometría no cambia)
- El acortamiento de las barras debido a las flexiones es un infinitésimo de 2º orden comparado con otras deformaciones
- Es aplicable el principio de superposición porque bajo cualquiera de las cargas el comportamiento es elástico-lineal.
- El efecto del esfuerzo cortante en los desplazamientos y giros es despreciable.
- El efecto de la deformación axial es despreciable para los pórticos que, por definición, tienen un solo nivel

Se muestra a continuación una figura ilustrativa del equilibrio de los nudos de los pórticos:



-Figura 2.15 Equilibrio de nudos, Traslacional. Fuente “Estructuras reticuladas uc3m.”



El acero

El acero es el material base de las estructuras metálicas. Se compone de hierro con una cantidad variable de carbono entre el 0.03% y el 2.14 % en masa de su composición.

Ventajas:

- Alta resistencia: la alta resistencia del acero por unidad de peso permite estructuras relativamente livianas, lo cual es de gran importancia en la construcción de puentes, edificios altos y estructuras cimentadas en suelos blandos.
- Homogeneidad: las propiedades del acero no se alteran con el tiempo, ni varían con la localización de los elementos estructurales.
- Elasticidad: el acero es el material que más se acerca a un comportamiento linealmente elástico (Ley de Hooke) hasta alcanzar esfuerzos considerables
- Precisión dimensional: los perfiles laminados están fabricados bajo estándares que permiten establecer de manera muy precisa las propiedades geométricas de la sección.
- Ductilidad: el acero permite soportar grandes deformaciones sin falla, alcanzando altos esfuerzos en tensión.
- Tenacidad: el acero tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación (elástica e inelástica)
- Facilidad de unión con otros miembros: el acero en perfiles se puede conectar fácilmente a través de remaches, tornillos o soldadura con otros perfiles.
- Rapidez de montaje: la velocidad de construcción en acero es muy superior al resto de los materiales
- Disponibilidad de secciones y tamaños: el acero se encuentra disponible en perfiles para optimizar su uso en gran cantidad de tamaños y formas.
- Costo de recuperación: las estructuras de acero deshecho, tienen un costo de recuperación en el peor de los casos como chatarra de acero
- Permite ampliaciones fácilmente: el acero permite modificaciones y/o ampliaciones en proyectos de manera relativamente sencilla
- Prefabricación: El acero permite realizar la mayor parte posible de una estructura en taller y la mínima en obra consiguiendo mayor exactitud.

Desventajas:

- Corrosión: el acero expuesto a intemperie sufre corrosión por lo que deben recubrirse siempre con esmaltes alquidáticos exceptuando a los aceros especiales como el inoxidable
- Calor, fuego: En el caso de incendios, el calor se propaga rápidamente por las estructuras haciendo disminuir su resistencia hasta alcanzar temperaturas donde el acero se comporta plásticamente, debiendo protegerse con recubrimientos aislantes de calor y el fuego como mortero, concreto, asbesto
- Pandeo elástico: debido a su alta resistencia/peso, el empleo de perfiles esbeltos sujetos a compresión, los hace susceptibles al pandeo elástico, por lo que en ocasiones no son económicos las columnas de acero.
- Fatiga: la resistencia del acero (así como del resto de los materiales), puede disminuir cuando se somete a un gran nº de inversiones de carga o a cambios frecuentes de magnitud de esfuerzos de tensión (cargas pulsantes o alternativas)



Normativa relativa a los perfiles de acero:

- UNE-EN 10025: Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general
- UNE-EN 10210-1:1994 relativa a los perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grado fino
- UNE-EN 10219-1:1998, relativa a secciones huecas de acero estructural conformado en frío

Perfiles laminados

En general, se llaman elementos laminados en caliente a los que adoptan su forma tras el paso por los trenes de laminación, básicamente constituidos por hornos de calentamiento del material y trenes de rodillos que, en sucesivas pasadas, van dando forma al elemento.

Los elementos típicos son los lineales (comúnmente designados como perfiles) y las chapas.

Los perfiles se sirven en series, caracterizadas por una sección semejante. Las más comunes son:

- Serie IPN-IPE

Los IPN tienen las caras interiores de las alas inclinadas. Ello facilita la fabricación, pero requiere algunas precauciones en montaje (necesidad de arandelas en cuña si se desea usar tornillería). Los IPE mantienen el espesor constante en toda el ala.

Son elementos diseñados para trabajar a flexión, obteniendo la máxima inercia en relación al peso.

- Serie HEA, HEB, HEM.

De alas más anchas que los IP, se utilizan en flexión cuando interesa conservar un canto mínimo. También se utilizan especialmente las series pesadas HEM, como pilares. La serie HEA tienen las alas menos gruesas que la HEB, y ésta a su vez, menos gruesas que la HEM.

- Serie L

Son probablemente los más versátiles entre los perfiles laminados. Se les puede encontrar como elementos traccionados en triangulaciones de estructuras de edificación, diagonales de celosías, etc. Se utilizan también como elementos auxiliares para el soporte de forjados, carpintería metálica, etc.

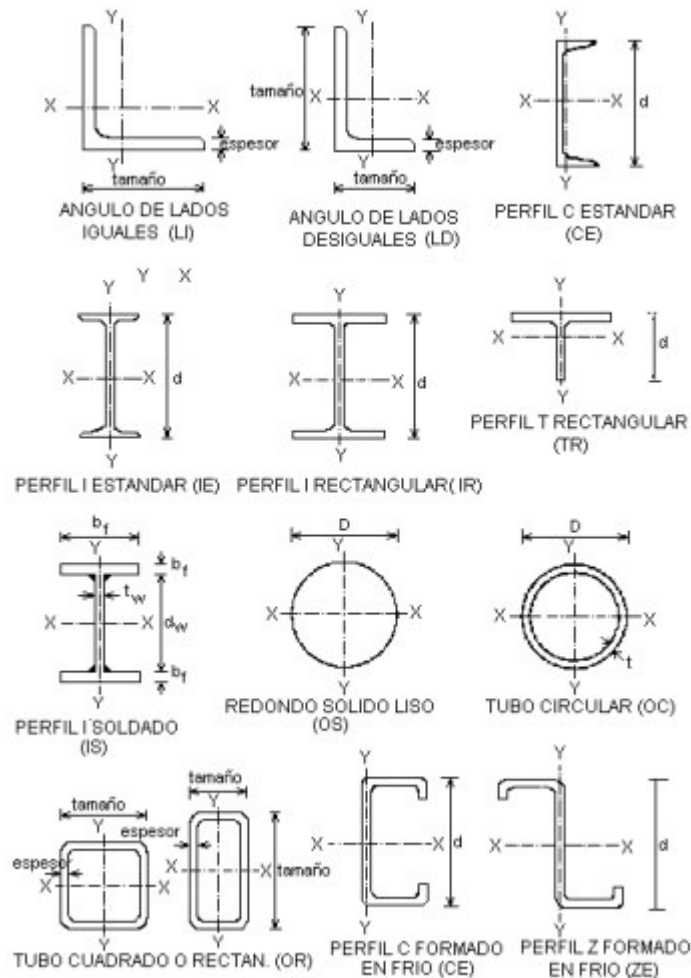
Perfiles conformados

Los perfiles conformados en frío, se fabrican haciendo pasar chapa de pequeño espesor, a temperatura ambiente, por rodillo de laminación.

El producto resulta así con una deformación en frío, que aumenta su límite elástico en las zonas de mayor deformación. A cambio, la resistencia a rotura frágil y la soldabilidad pueden disminuir.

Secciones de perfiles

En la imagen siguiente se muestran algunas formas típicas de perfiles laminados



-Figura 2.16 Secciones de perfiles laminados y conformados. Fuente “Apuntes de estructuras metálicas”.

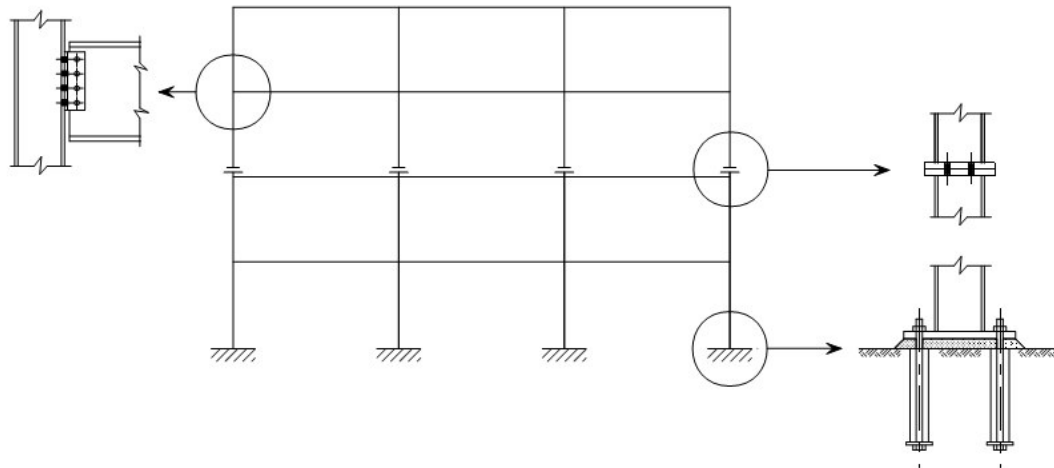
2.3 UNIONES METÁLICAS.

Los edificios de estructura metálica están constituidos por diferentes tipos de elementos, y cada uno de estos elementos debe estar convenientemente unido a las piezas vecinas de la estructura.

Esto implica la utilización de distintos tipos de uniones. Los principales tipos son:

- Los que se producen cuando tiene lugar un cambio de dirección, por ejemplo en las uniones viga-pilar, viga-viga y uniones entre barras en las cerchas.
- Los que se requieren para asegurar tamaños manejables de la estructura de acero a efectos de transporte y montaje; los pilares, por ejemplo, se suelen empalmar cada dos o tres pisos.
- Los que se producen cuando tiene lugar un cambio de componente, lo que incluye la unión de la estructura de acero a otras piezas del edificio, como pueden ser bases del pilar, uniones a núcleos de hormigón y uniones con paredes, forjados y cubiertas.

La siguiente figura muestra ejemplos de uniones en el contexto de un pórtico de varias plantas:



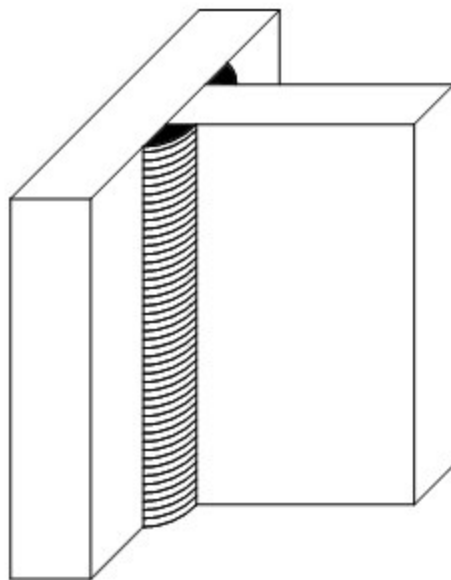
-Figura 2.17. Uniones en un pórtico de varias plantas. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

Componentes de las uniones

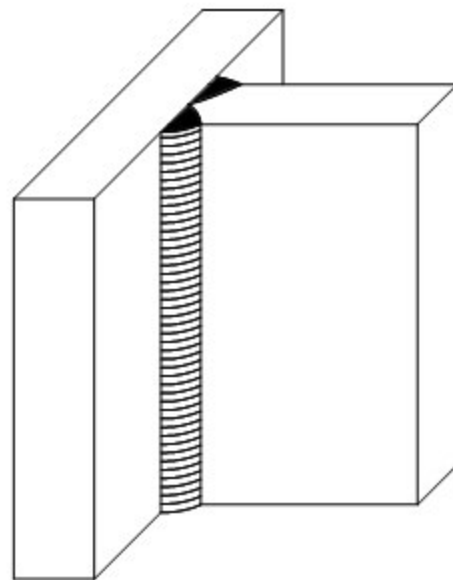
Las uniones de las estructuras metálicas suelen efectuarse mediante soldaduras y/o tornillos.

Soldaduras

Aunque pueden efectuarse distintos tipos de soldaduras, normalmente se prefiere la soldadura en ángulo como la ilustrada en la figura 2.18a a la soldadura a tope que se muestra en la figura 2.18b, porque sólo requiere una sencilla preparación de las piezas a soldar y porque, generalmente, puede llevarse a cabo con instalaciones relativamente sencillas y no requiere habilidades especiales por parte del soldador.



(a) Soldaduras en ángulo



(b) Soldaduras a tope

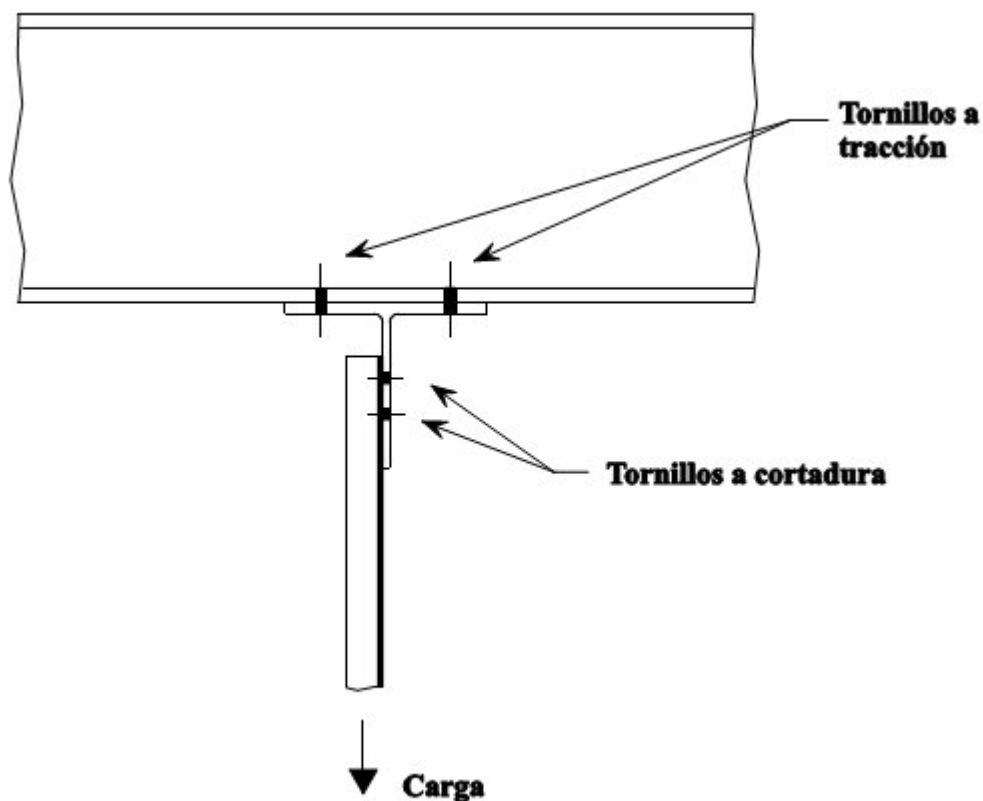
-Figura 2.18 Tipos de soldadura para uniones en T. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

Aunque la soldadura puede efectuarse en la misma obra, esta opción tiende a resultar cara por las siguientes razones:

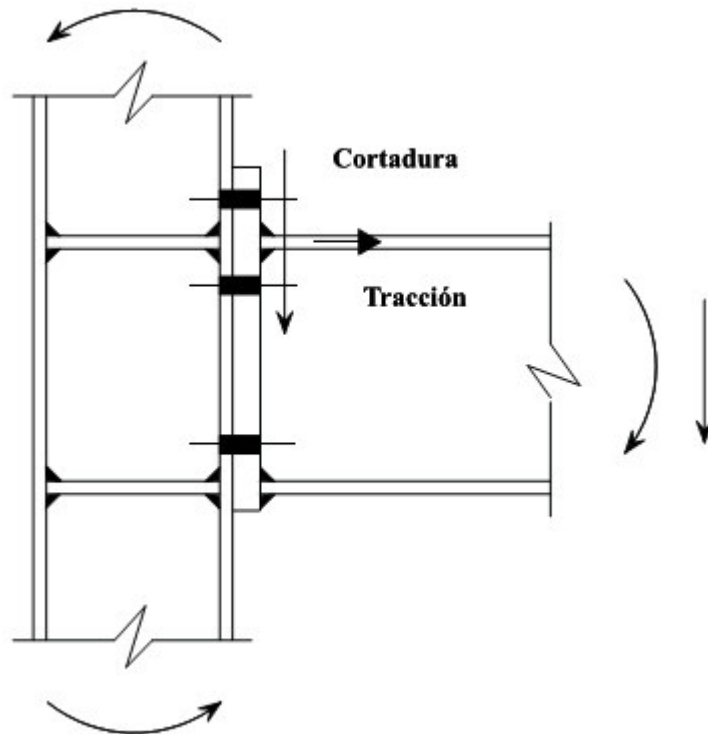
- Hay que contar con plataformas de montaje a las que pueda accederse de forma segura
 - Hay que proteger las soldaduras de las inclemencias del tiempo, lo que puede retrasar el trabajo.
 - Hay que hacer llegar la corriente al lugar de trabajo
 - Se requieren casquillos y pernos de montaje para juntar las barras
 - Los costes de inspección
 - Un tiempo de montaje más largo significa que el cliente tarda más en tener el edificio
- Por todo ello, las uniones en obra suelen efectuarse mediante tornillos.

Tornillos

Según el perfil de la unión y la situación de los tornillos, están sujetos a tracción, a cortadura o a una combinación de ambas, tal como se ilustra en las siguientes figuras:



-Figura 2.19. Tornillos solicitados a tracción y cortadura. Fuente "Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero".

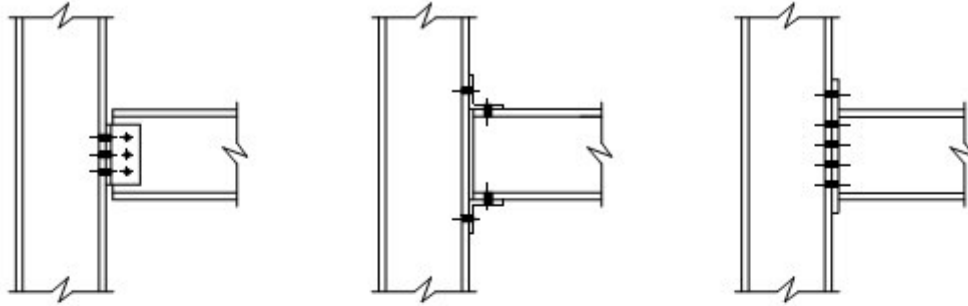
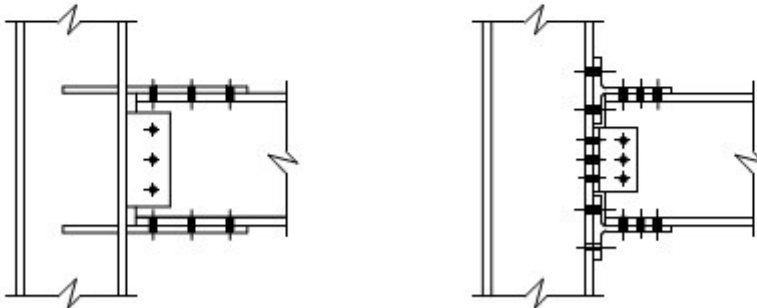


-Figura 2.20 Tornillos solicitados a tracción y cortadura combinadas. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

Para resolver el desajuste que se pueda producir debido a las tolerancias de fabricación y montaje, entre las distancias de los taladros y los diámetros de los tornillos, los agujeros se taladran normalmente con un diámetro 2 mm más grande que el del tornillo. Cuando no pueden permitirse los desplazamientos debidos a estas tolerancias, los tornillos pueden pretensarse para evitar el deslizamiento. En las estructuras solicitadas estáticamente, como son las edificaciones, deberían evitarse los tornillos pretensados. El tratamiento especial que hay que dar a las superficies de contacto para obtener un valor del coeficiente de rozamiento adecuado y fiable y los métodos de apriete son caros.

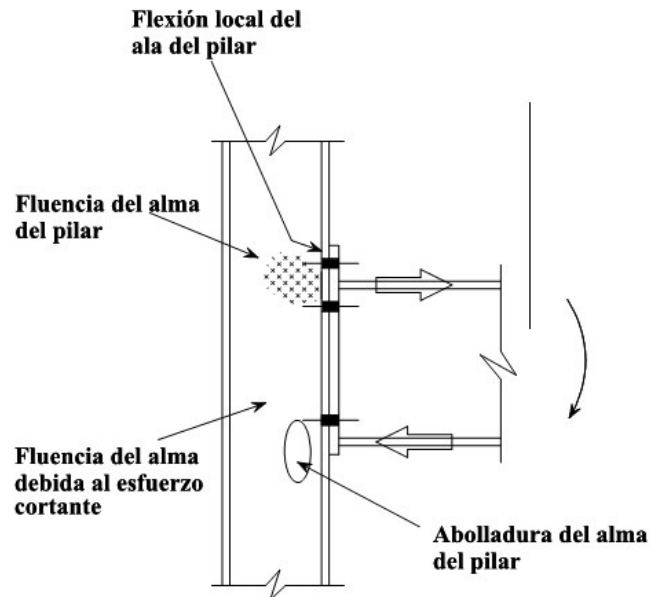
Otros elementos

Además de tornillos y soldaduras, suelen ser necesarias otras piezas para la transferencia de fuerzas, como, por ejemplo, cartelas y casquillos. La siguiente figura muestra algunos ejemplos en uniones viga-pilar:

**Angulares de alma****Angulares de ala****Placa de extremo****Chapas de ala****Secciones en T**

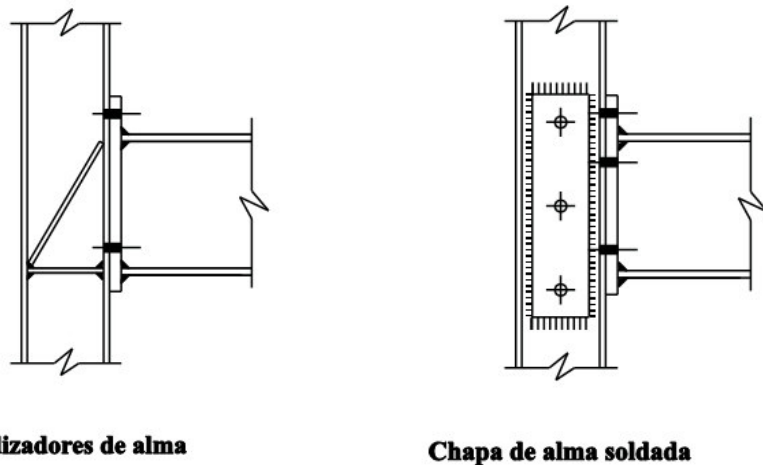
-Figura 2.21. Elementos de uniones atornilladas. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

Las uniones pueden presentar zonas críticas. En la unión viga-pilar de la siguiente figura estas zonas pueden ser el ala del pilar y el alma del mismo. La transmisión en el pilar de fuerzas concentradas puede ser causa de fluencia y abolladura locales. Estos modos de agotamiento pueden ser decisivos para la capacidad de una unión. Por ejemplo, la capacidad de la unión que se muestra la figura 2.22 es menor que el momento plástico de la viga.

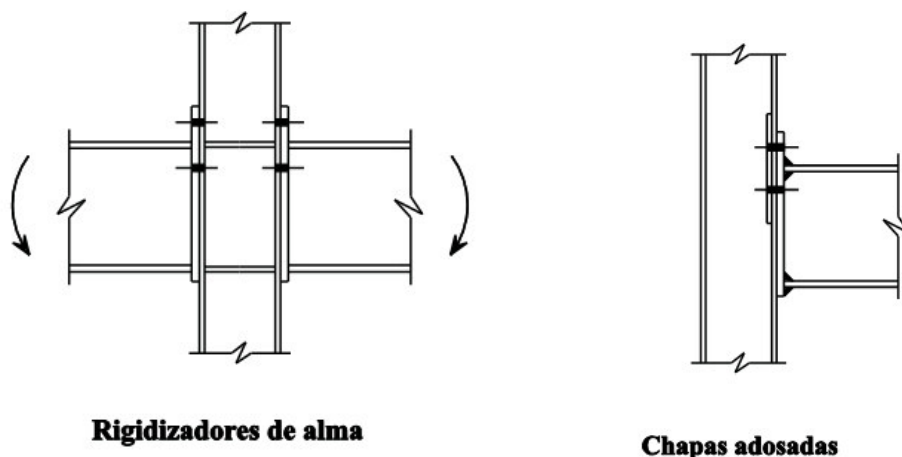


-Figura 2.22. Modos de agotamiento de una unión viga-pilar no reforzada. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

La capacidad puede aumentarse reforzando adecuadamente las áreas críticas de las uniones, tal como se muestra en la siguiente figura:



-Figura 2.23 Ejemplos de refuerzo de uniones viga-pilar. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.



-Figura 2.24. Ejemplos de refuerzo de uniones viga-pilar. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

Tipos de uniones

En edificaciones proyectadas para resistir cargas estáticas, incluyendo las solicitaciones del viento, normalmente bastará con proyectar uniones que resistan fuerzas que actúan primariamente en sólo una dirección. Sin embargo, en zonas con riesgo sísmico pueden tener lugar inversiones de carga. Estas inversiones de carga requerirán normalmente un enfoque distinto del proyecto de estructuras que resistan la carga, lo que se traduce en distintas formas de unión.

En edificación de varias plantas, las uniones entre los elementos de la estructura pueden clasificarse como:

- Uniones viga a viga.
- Uniones viga a pilar.
- Empalme de pilares.
- Bases de pilar.
- Uniones a los arriostramientos.

Naturalmente, esta lista no incluye las uniones entre el pórtico principal y otros elementos de la estructura, como, por ejemplo, vigas a forjado, los anclajes de los cerramientos, etc. A pesar de las distintas configuraciones geométricas y los requisitos estructurales característicos de cada uno de los cinco tipos presentados, existen ciertos requisitos funcionales generales que siempre deben tenerse en cuenta:

- Las uniones deben ser lo suficientemente resistentes como para transmitir las cargas previstas. Para conseguirlo, deben realizarse de forma que transmitan los esfuerzos de una barra a otra a lo largo de trayectorias de carga uniformes para evitar concentraciones importantes de tensión.
- Deben tener el grado de rigidez previsto.
- Los elementos de la unión (chapas o casquillos) deben colocarse de forma tal que, en lo posible, se posicionen automáticamente, sean accesibles para a reparación (tanto en el taller como en la obra) y proporcionen un buen ajuste.

Es decir, que el proyecto de cualquier unión en la estructura metálica debe satisfacer simultáneamente los requisitos de idoneidad estructural, comportamiento adecuado y practicidad

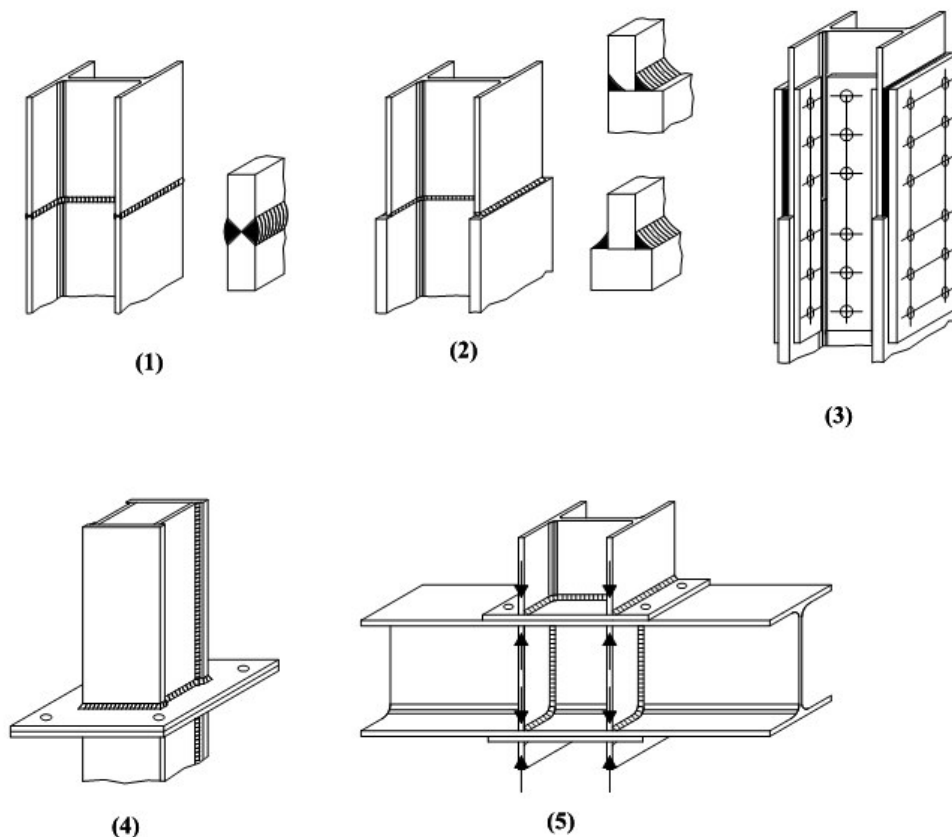
desde el punto de vista técnico. Lógicamente, a menudo serán posibles soluciones distintas que satisfacen en grado distinto cada una de estas necesidades. Se requiere cierto sentido común y experiencia para decidir la importancia relativa de los distintos criterios de proyecto y cuál es el requisito que tiene mayor importancia en una situación concreta. Obviamente, el proyectista no es totalmente libre a la hora de elegir, porque siempre debe asegurar que la unión pueda transmitir el nivel de carga requerido. Su elección influye en la solución concreta hasta el punto que una unión más simple puede proporcionar suficiente resistencia.

En este aspecto, también el taller influirá en el diseño. Deben tenerse en cuenta su capacidad e instalaciones a la hora de detallar las uniones. Por lo tanto, a la hora de trabajar los detalles, debe consultarse con el taller.

Hay que tener un cuidado especial con las uniones en las que intervengan elementos tubulares, porque puede que las instalaciones utilizadas para perfiles abiertos no se adapten. El factor más importante es, naturalmente, la limitación de acceso, que hace que no puedan utilizarse tornillos con tuercas en el interior del tubo. En los casos en que las uniones puedan efectuarse sólo con soldadura, como por ejemplo la fabricación de cerchas en el taller, la solución es clara. Sin embargo, hay que prestar especial atención a las uniones en la obra, en particular si deben preservarse los contornos limpios que a menudo son un factor importante a la hora de seleccionar la configuración tubular.

Para proporcionar una visión global de gran variedad de diseños posibles, presentan a continuación ejemplos de los tipos de unión mencionados:

- Empalmes de pilares



-Figura 2.25. Empalmes de pilares. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

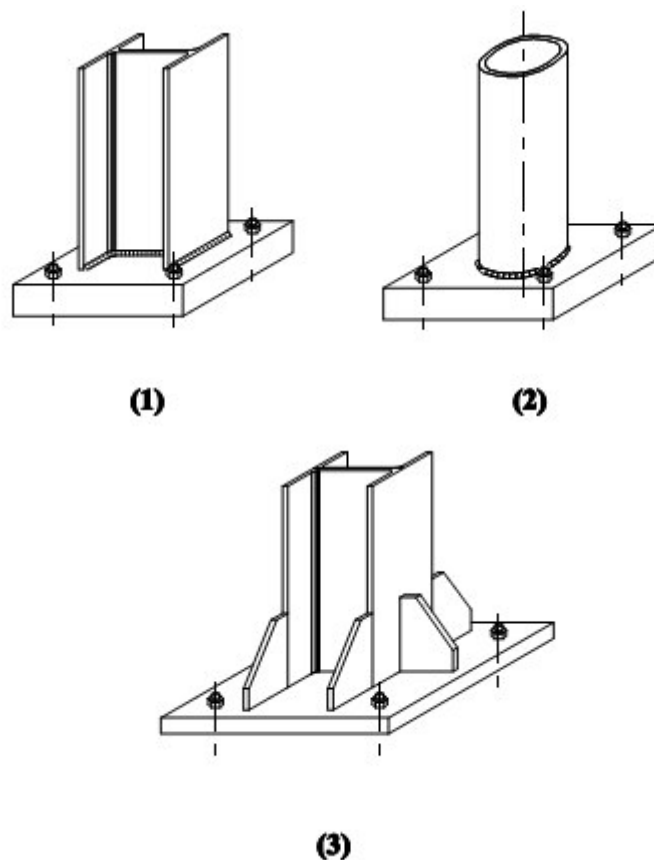
(1) (2) Son uniones soldadas. En los casos en que las chapas tengan espesores distintos, pueden efectuarse soldaduras en ángulo, más baratas. Hay que recordar aquí que quizás la soldadura no sea el medio de unión más adecuado para las uniones en obra.

(3) Unión atornillada. Puede suponerse que las fuerzas verticales se transmiten bien por apoyo directo, bien a través de las platabandas. Las platabandas sirven también para transmitir los momentos flectores y los esfuerzos cortantes. Cuando existen espesores distintos de alas/almas, se requieren forros.

(4) Un empalme utilizado con frecuencia. Puede que las chapas no sean perfectamente planas, debido a la soldadura en el taller. Normalmente no hace falta ningún mecanizado posterior para aplanar estas chapas.

(5) Algunas veces es más fácil hacer que la viga sea continua. Para transmitir las cargas y por razones de estabilidad, hay que rigidizar la viga entre las alas del pilar.

- Bases de pilar

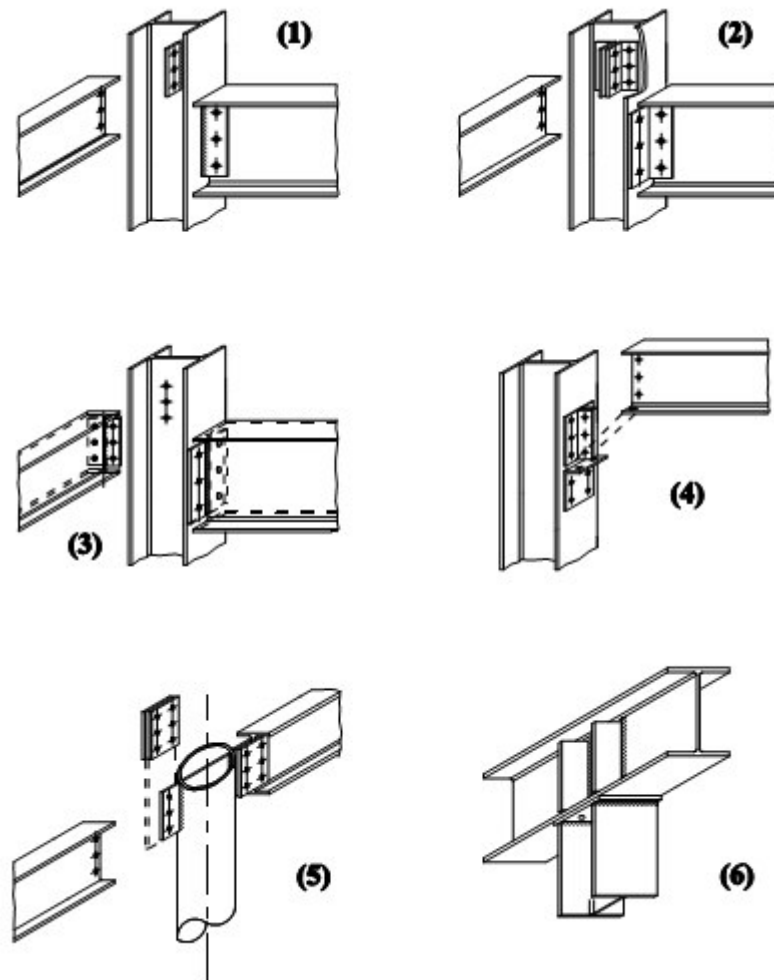


-Figura 2.26. Bases de pilar. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

(1) (2) Las placas de asiento gruesas no necesitan rigidización. Normalmente es la solución más barata.

(3) Placas de asiento más delgadas con rigidizadores, como se utilizaban en diseños antiguos.

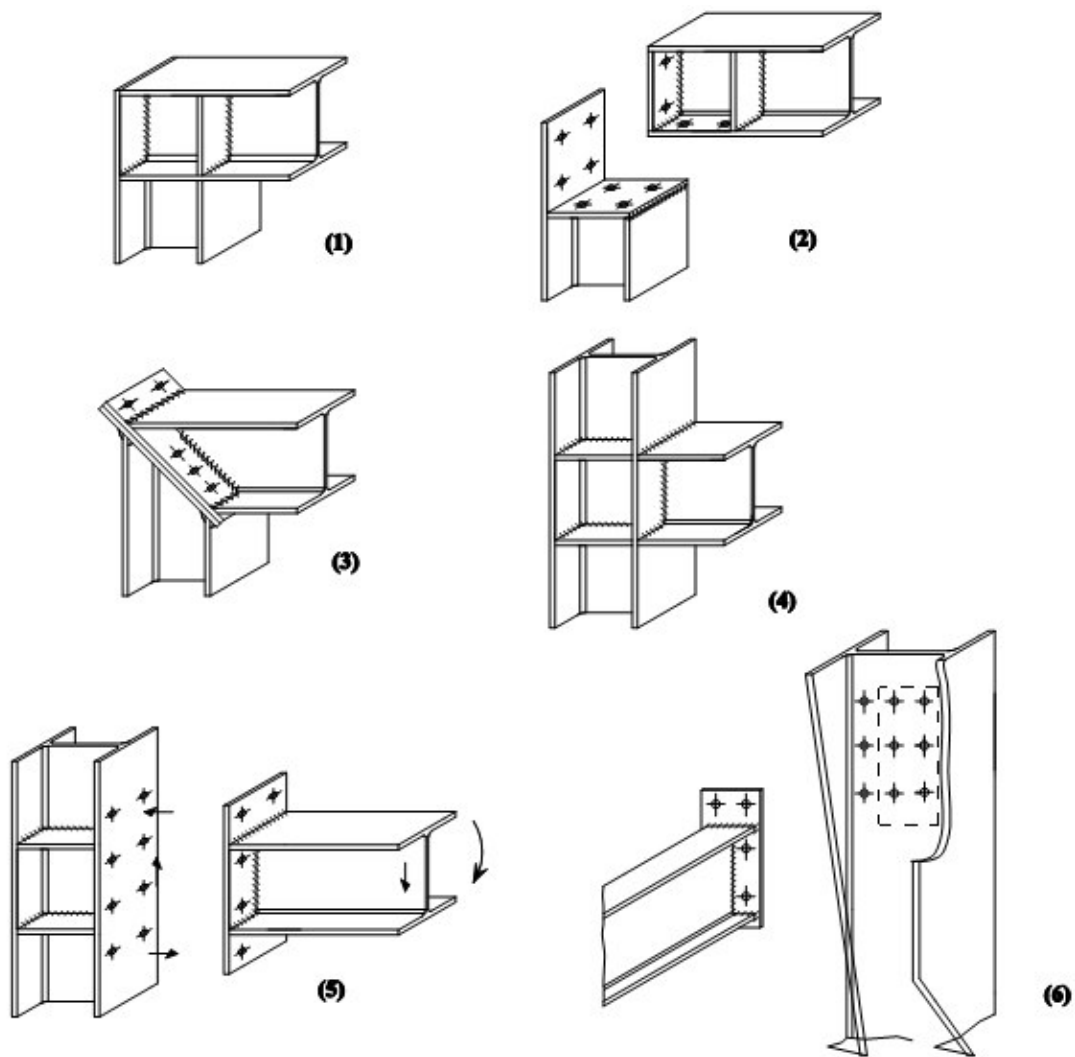
- Uniones simples viga-pilar



-Figura 2.27. Uniones simples viga-pilar. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

- (1) Unión con pletinas soldadas al pilar. La unión se une por un lado
- (2) Unión atornillada con casquillos de alma. Como alternativa los casquillos pueden soldarse
- (3) Unión con chapas de Testa flexibles soldadas a la viga.
- (4) Unión atornillada con casquillos de asiento. El casquillo horizontal aumenta la capacidad.
- (5) En un tubo de paredes gruesas, las chapas pueden soldarse directamente a la pared sin manguito en el tubo, para tener una chapa continua.
- (6) La rigidez depende en gran manera del espesor de la placa del extremo del pilar y del espesor del ala de la viga. En muchos casos puede prescindirse de las chapas de rigidización.

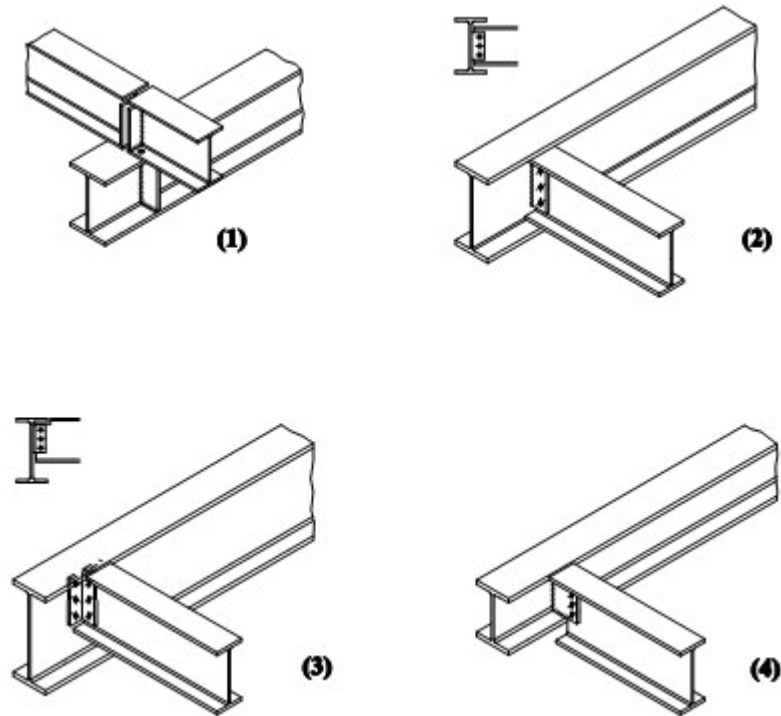
Uniones rígidas viga-pilar



-Figura 2.28. Uniones viga-pilar rígidas. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

- (1) Unión totalmente soldada
- (2) Unión atornillada
- (3) Unión con chapa de testa
- (4) Uniones en T soldadas
- (5) Uniones en T atornilladas
- (6) Uniones con chapa de testa.

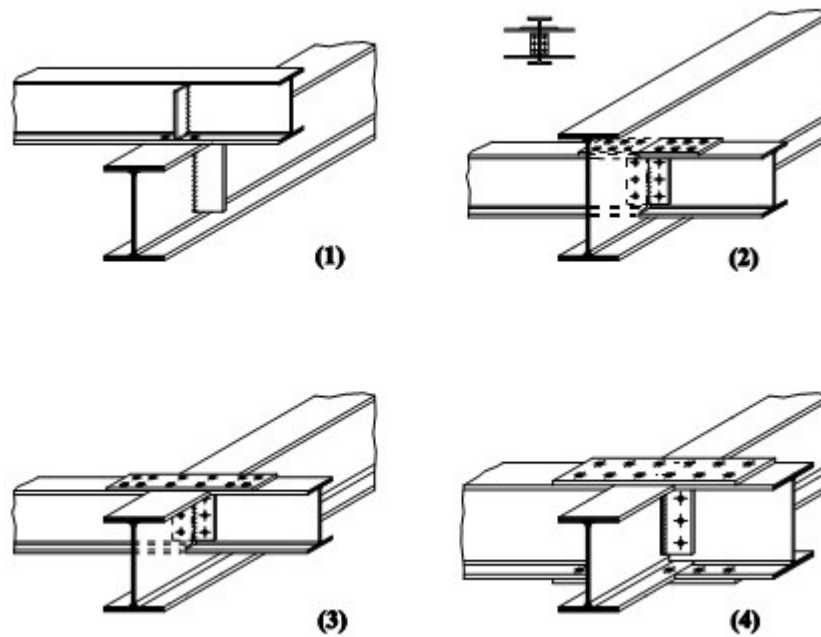
Uniones simples viga-pilar



-Figura 2.29. Uniones simples viga-pilar. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

- (1) Según cuál sea la geometría y las fuerzas aplicadas, puede que los rigidizadores no hagan falta. Esta unión presenta la ventaja de ser de fabricación barata pero el inconveniente de que la altura total de la construcción es superior
- (2) En esta unión no hace falta efectuar ningún recorte. Ello hace que también sea un diseño de fabricación barata.
- (3) Las alas superiores tienen la misma altura. El recorte hace que este diseño sea más caro
- (4) La viga a conectar es más alta que la viga principal. Este diseño es de fabricación ciertamente barata. La rótula se colocará donde la chapa se suelda con el alma.

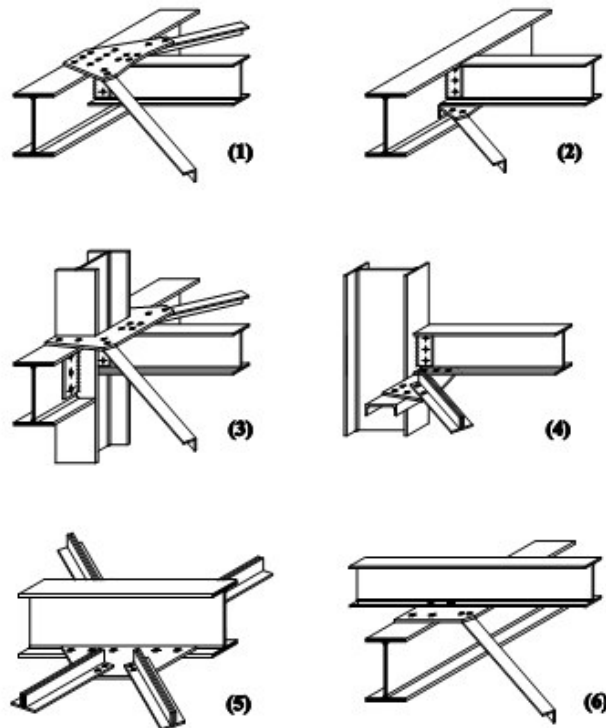
Unión Rígida viga-viga



-Figura 2.30. Uniones rígidas viga-pilar. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

- (1) Según cuál sea la geometría y las fuerzas aplicadas, puede que los rigidizadores no hagan falta. Esta unión presenta la ventaja de ser de fabricación barata pero el inconveniente de que la altura total de la construcción es superior
- (2) Los esfuerzos de tracción en el ala superior se transmiten por la platabanda que atraviesa el alma de la jácena principal a través de una escotadura. En el ala inferior, puede que se requieran forros para transmitir la compresión.
- (3) En este diseño se necesita también un recorte de la viga,
- (4) Ambas vigas presentan la misma altura.

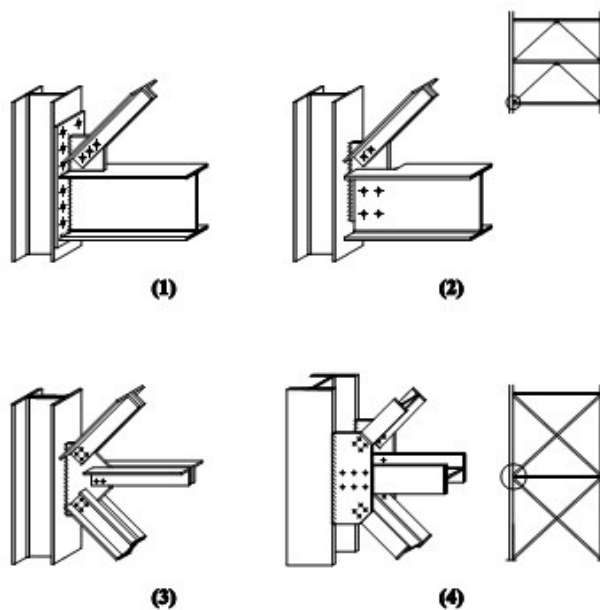
Uniones horizontales de arriostramiento



-Figura 2.31. Uniones de arriostramiento horizontal. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

- (1) (2) (3) Las platabandas sobre el ala superior pueden ser un problema cuando se utilizan forjados o cerramientos de chapa
 (4) (5) (6) El perfil en U de la figura 4 constituye el cordón de las celosías horizontales

Uniones verticales de arriostramiento



-Figura 2.32. Uniones de arriostramiento vertical. Fuente “Diseño de uniones. Instituto Técnico de la estructura de acero”.

(1)(2)(3)(4) Diversas posibilidades para las uniones de arriostramiento

Resumen

Se requieren uniones cuando tiene lugar un cambio de componente, cambios en la dirección los pórticos y para asegurar tamaños manejables de elementos.

Las uniones deben satisfacer las condiciones relativas al comportamiento estructural.

Deben ser lo suficientemente fuertes para transmitir las cargas de cálculo y, al mismo tiempo, tener el grado previsto de rigidez.

El proyecto de las uniones tiene una gran influencia en los costes de las estructuras reales.

En las uniones se utilizan dos métodos de unión: soldaduras y tornillos.

Normalmente se utiliza la soldadura en taller y los tornillos en obra.

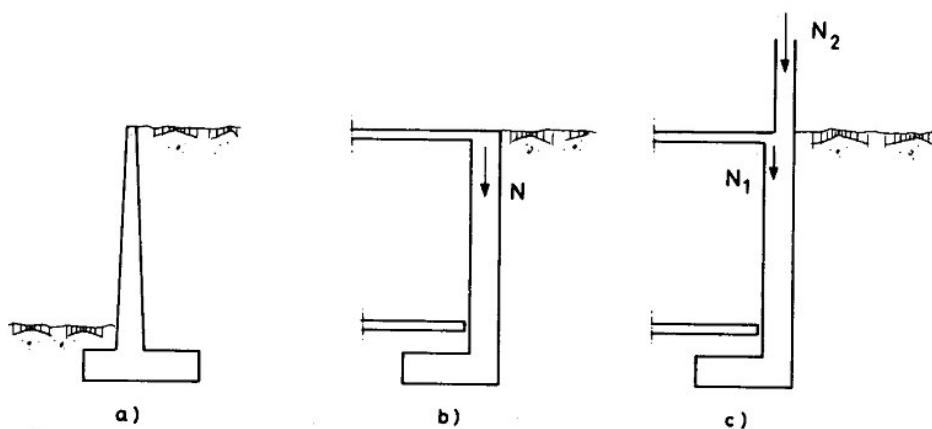
Cuando se detallan las uniones deben tenerse en cuenta los detalles prácticos de la fabricación en taller y la secuencia y método de montaje.

2.4 MUROS

Los muros son elementos constructivos cuya principal misión es servir de contención, bien de un terreno natural, bien de un relleno artificial, de un elemento a almacenar o de cargas exteriores, siendo ejemplos de éstos: muros de sostenimiento de tierras, un almacén granero...

En las situaciones anteriores el muro trabaja fundamentalmente a flexión, siendo la compresión vertical debida a su peso propio generalmente despreciable.

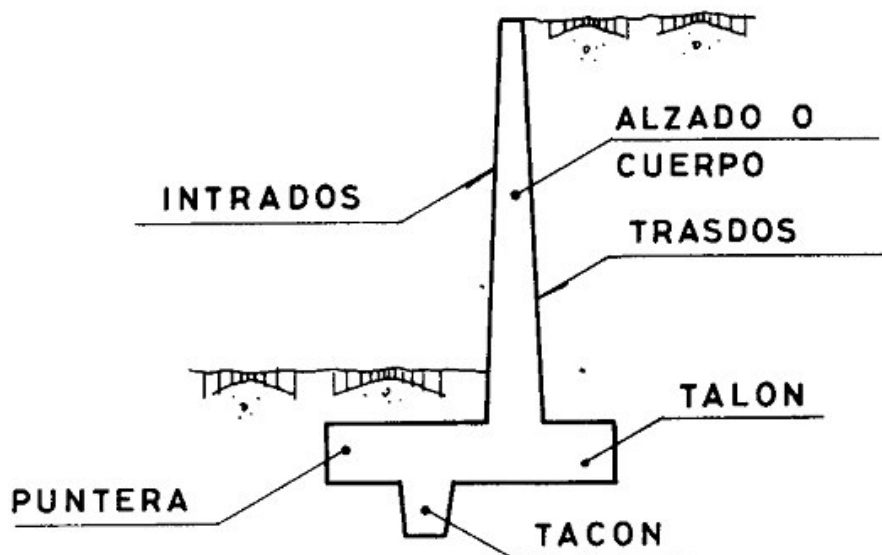
En ocasiones los muros desempeñan la función de cimiento, al transmitir las presiones o cargas suministradas por los pilares o por los forjados que se apoyan en la coronación del muro. Esta situación es característica de los muros de sótano, muy desarrollada en la edificación actual.



-Figura 2.33. Tipos de muros. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.

Las formas de funcionamiento del muro de contención y del muro de sótano son diferentes. Mientras que el muro de contención se comporta básicamente como un voladizo empotrado en el cimiento, el cuerpo de un muro de sótano se comporta como una losa de uno o varios vanos. En este caso, está apoyado o anclado en el forjado (o forjados), y el rozamiento entre cimiento y suelo hace innecesaria la disposición de ningún apoyo adicional en el nivel de la cimentación.

Tomando el caso más común de un muro de contención, se indican a continuación la designación de sus diferentes partes:



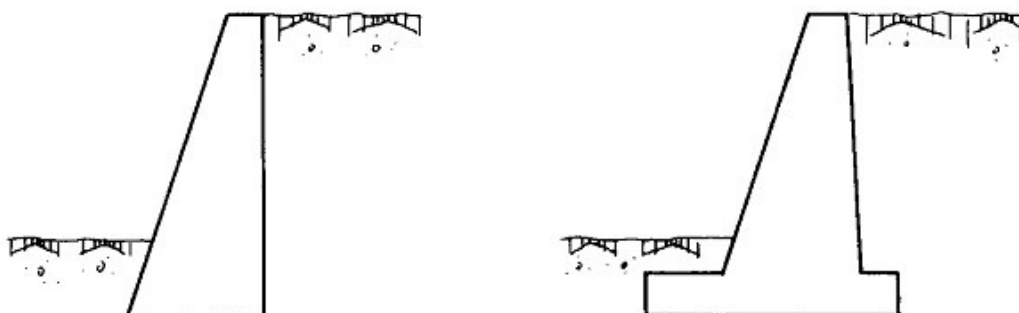
-Figura 2.34. Partes de muros. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.

Tipología de muros de contención:

Los tipos de muros de contención de uso más frecuente son:

- Muros de gravedad

Son muros de hormigón en masa en los que la resistencia se consigue por su propio peso. Normalmente carecen de cimiento diferenciado, aunque pueden tenerlo, como así se muestra en la figura siguiente:

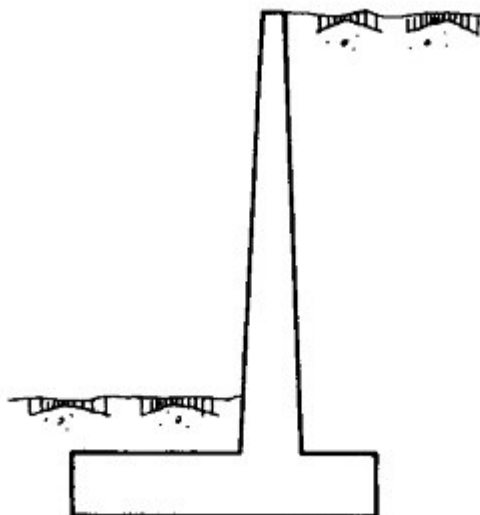


-Figura 2.35. Muros de gravedad. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.

Su ventaja fundamental es que no van armados, con lo cual no aparece en la obra el trabajo de ferralla. Pueden ser interesantes para alturas moderadas si su longitud no es muy grande, pues en caso contrario representan una solución antieconómica frente a los muros de hormigón armado.

- Muros ménsula

Son los muros de contención de uso más frecuente, y aunque su campo de aplicación depende de los costes de excavación, hormigón, acero, encofrado y relleno, se puede pensar que constituyen la solución más económica para muros de hasta 10 o 12 m de altura. Se muestra a continuación un ejemplo típico de estos muros:

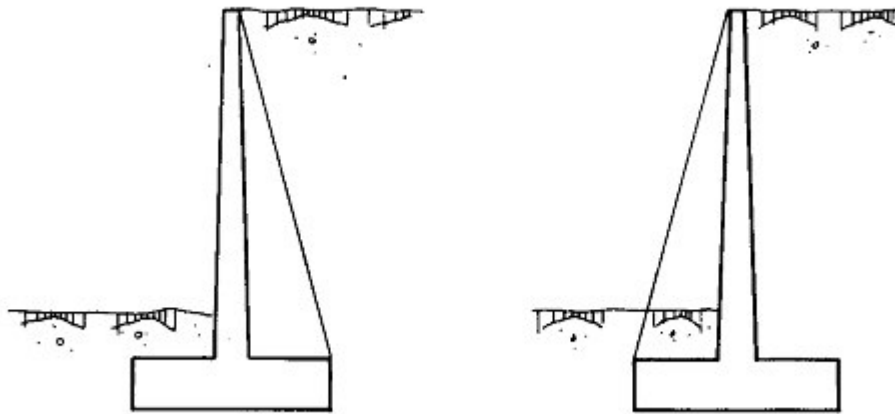


-Figura 2.36. Muros ménsula. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.

- Muros de contrafuertes

Representan una evolución del tipo anterior. Al crecer la altura, y por ende los espesores de hormigón, compensa aligerar las piezas con la solución de los contrafuertes, aunque conlleve un trabajo de ferralla y encofrado más complicados y un hormigonado más difícil.

Los contrafuertes pueden disponerse en el trasdós o en el intradós. Aunque la primera solución es técnica y económicamente mejor por colocarse el alzado en la zona comprimida de la sección en T que se forma, la segunda solución presenta un claro inconveniente estético. Se muestran en la figura siguiente estos tipos de muros y sus dos disposiciones:

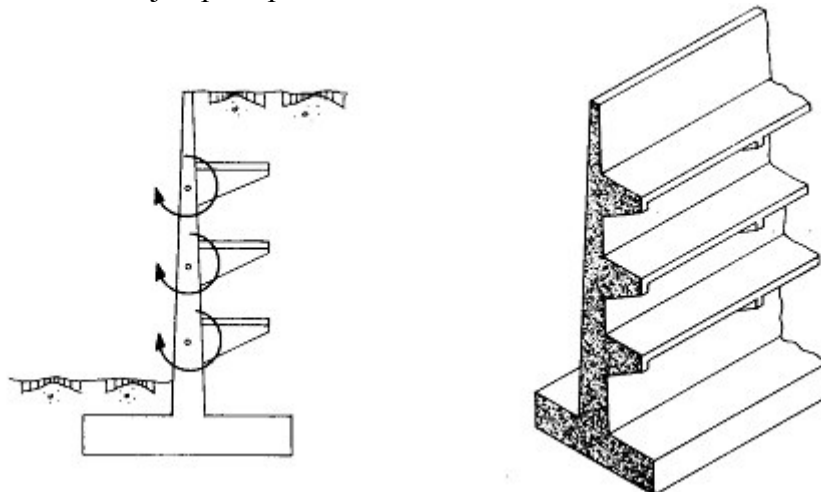


-Figura 2.37. Muros de contrafuertes. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.

- Muros de bandejas

En los muros de bandejas se pretende contrarrestar parte del momento flector que se ha de resistir mediante la colocación de bandejas a distinta altura en las que se producen unos momentos de sentido contrario, debidos a la carga del propio relleno sobre las bandejas.

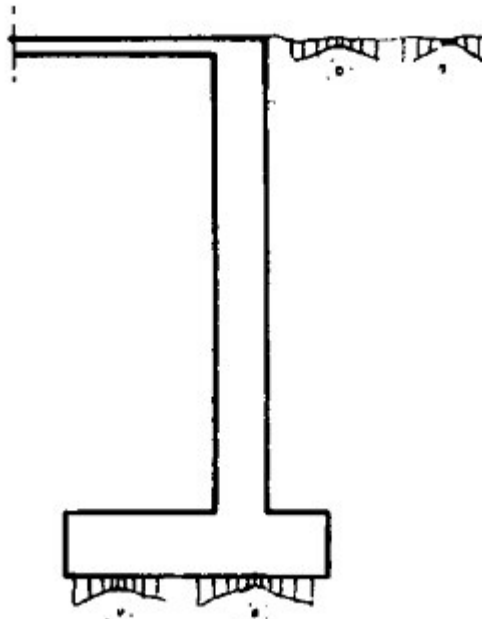
Su inconveniente fundamental radica en la complejidad de su construcción. Puede representar una solución alternativa al muro de contrafuertes para grandes alturas, en los que para resistir el momento flector se aumenta el canto y se la sección colocando los contrafuertes. Se muestra a continuación en ejemplo típico de estos muros:



-Figura 2.38. Muros de bandejas. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.

Tipología de muros de sótano:

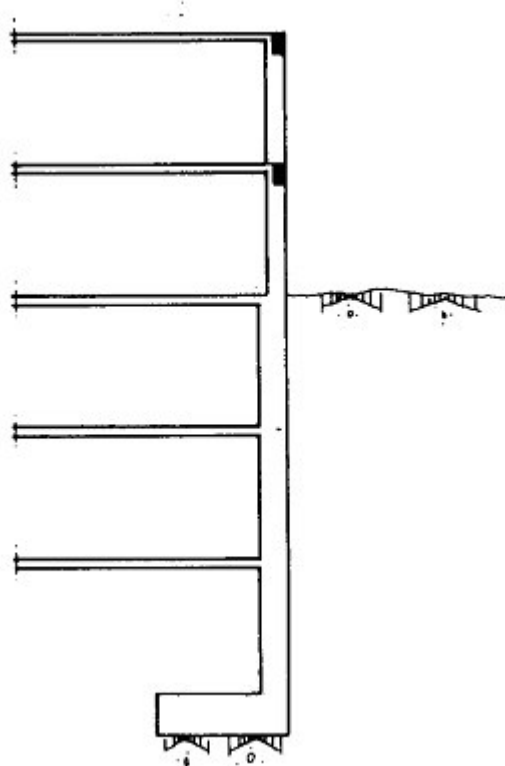
El tipo más elemental está esquematizado en la siguiente figura:



-Figura 2.39 Muro de sótano. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.

Aparte del peso propio, recibe como única carga vertical la reacción del apoyo del forjado del techo.

Dentro de la tipología general, el caso más frecuente es que sobre el muro apoyen pilares que transmiten cargas de las plantas superiores, pudiendo existir además varios sótanos, tal como se indica en la siguiente figura:



-Figura 2.40. Muro de varios sótanos. Fuente “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado. ETSI Agrónomos de Albacete”.



Dependiendo o no de que el terreno contenido sea o no de propiedad ajena y de la relación entre empujes y cargas verticales, el cimiento va o no centrado respecto del muro.

La ejecución de este tipo de muros puede ser con encofrados o mediante el procedimiento de muros pantalla.

Paredes

Una pared es una obra de albañilería vertical que limita un espacio arquitectónico. Su forma suele ser prismática y sus dimensiones horizontal (largo) y vertical (alto) son sensiblemente mayores que su espesor (ancho).

En la construcción se denominan tabiques o muros (si tienen función estructural) y se utilizan como elementos para delimitar o dividir espacios o sustentar los elementos estructurales superiores (muros).

Pueden construirse con diversos materiales, sin embargo, actualmente los materiales más empleados son el ladrillo y el cartón yeso, siendo menos frecuentes la madera y sus derivados.

Si la pared solo cumple la finalidad de división, normalmente se emplea ladrillo cerámico, bien macizo (en caso de fachadas) o hueco (en particiones interiores). En la actualidad, para divisiones interiores no estructurales se emplea con mucha frecuencia también el cartón yeso, en forma de paneles anclados a un armazón interior, que puede ser de listones de madera (caso de las Balloon frame norteamericanas) o más comúnmente de perfiles plegados de acero. También es posible sustituir la placa de cartón yeso por planchas de madera o de algún derivado de la madera, como tableros de partículas, aglomerados, OSB, etc.

Si la pared tiene función estructural denomina pared maestra, muro portante o muro de carga. Las paredes o muros de hormigón casi nunca son solo un elemento delimitador, sino que comúnmente son también estructurales, soportando vigas, forjados o placas. También pueden hacerse paredes o muros portantes de bloques de hormigón o de ladrillo macizo, colocados con distintos aparejos, si bien existen paredes o muros de carga de otros materiales.

Las paredes suelen tener tratamientos superficiales de acabado. Las de ladrillo se revisten con morteros de cemento, cal o yeso, que posteriormente se pintan. Las paredes de cartón yeso solo necesitan pintura, mientras que las de madera normalmente se protegen con barnices.

Se pueden distinguir los siguientes tipos de paredes:

- Pared colgante. La que está fuera de plomos o que se inclina de su parte superior.
- Pared de fábrica. La que está hecha con ladrillo o piedra labrada o sin labrar y mezcla de cal y arena.
- Pared escarpada. La que tiene mayor grueso por la parte inferior que por la superior, de suerte que vaya éste continuamente disminuyéndose al paso que sube la pared.
- Pared maestra. Cualquiera de las principales y más gruesas que mantienen y sostienen el edificio.
- Pared mediana o medianera. La común a dos casas.
- Pared apiñonada. La pared testera de un edificio, la cual remata en punta y recibe en un extremo de la hilera de la armadura.



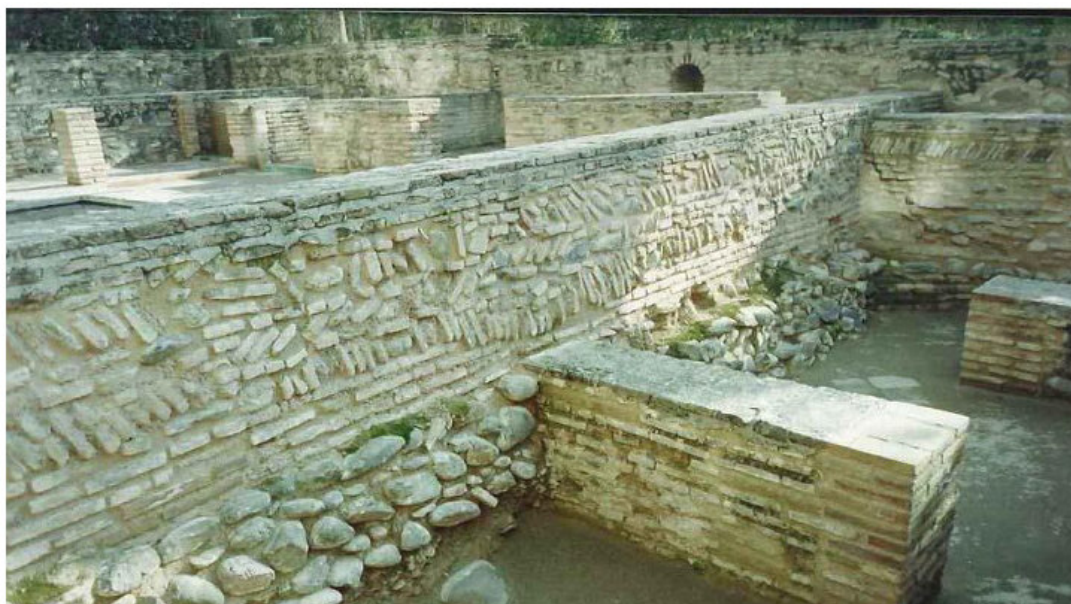
- Pared atizonada. La que se labra de sillares tizones, cuyo nombre doy a todo sillar que coge el grueso del muro.
- Pared de cerca. La que cierra un corral, jardín, huerta, etc.
- Pared de cimiento. La que está fundada dentro de tierra.
- Pared de guarismo. Pared de la escalera, en la cual se planta la barandilla y van señalados con guarismos los escalones.
- Pared de terraplén. La que sostiene un terraplén.
- Pared de traviesa. La que separa los cuartos de una casa, las casas de un mismo dueño, las capillas de una iglesia, etc.
- Pared en ala. Contrafuerte que se añade en cada lado de la salida o tronco de una chimenea en forma de ala o plano inclinado en su perfil, de manera que se va ensanchando a medida que se acerca al tejado.
- Pared horma. Pared de cal y canto.
- Pared testera. La que cierra el edificio y recibe la hilera de la armadura: cuando ésta lleva faldón, es la pared que le recibe.

2.5 CONSTRUCCIÓN MEDIANTE FÁBRICA DE LADRILLO

Los muros de fábrica se consideran como elementos sustentantes continuos, conformados por la unión de pequeñas piezas que van unidas por mortero. La albañilería tiene la función de aparejar, que consiste en enlazar y unir las piezas basándose en dos conceptos fundamentales, la trabación y la adherencia.

Esta disposición de las piezas comprende tanto a los ladrillos como a los bloques de arcilla, los bloques de hormigón y los sillares o mampuestos de piedra, que aparejados pueden conformar muros, divisiones interiores, fachadas, arcos, bóvedas o cualquier otro tipo de fábrica.

Se muestran a continuación algunos ejemplos de construcciones de fábrica:





-Figura 2.41. Ejemplos construcciones de fábrica. Fuente “Obras de fábrica. Libro 1.- Normativa y materiales que conforman las fábricas. ETS de Arquitectura de Sevilla”.

Normativa

Las construcciones de fábrica se rigen por el Documento Básico de Seguridad Estructural Fábrica (DB-SE-F) del CTE, y el Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica.

Proceso general de cálculo

El artículo 3.1, párrafo 4) del Documento Básico “Seguridad Estructural”, establece tres situaciones de dimensionado sobre las que deben aplicarse las condiciones de verificación correspondientes. Las dos primeras se refieren a situaciones persistentes y transitorias, respectivamente. La tercera se refiere a situaciones accidentales.

El proceso general de verificación de los muros de carga se desarrolla en el artículo 5.2 “Muros sometidos predominantemente a carga vertical” del Documento Básico “Seguridad Estructural: Fábrica”. El procedimiento consiste, esencialmente, en comparar la capacidad resistente de las secciones más significativas del muro, con el estado de solicitaciones ante la combinación de cargas indicada.

La condición de verificación de la capacidad portante de un muro de carga es:

$$N_{Sd} \leq N_{Rd} \quad \text{ec. 2.15.}$$

donde:

N_{Sd} es el valor de cálculo de la solicitación

N_{Rd} es el valor de cálculo de la capacidad resistente deducido de las propiedades del material

El tipo de solicitación en las secciones de los muros de carga, ante acción vertical, es de compresión compuesta. Los esfuerzos proceden de la transmisión de la carga de los forjados y del propio peso del muro, considerando los nudos muro-forjado con un cierto grado de rigidez.

La capacidad resistente de las secciones se obtiene con una hipótesis de comportamiento no lineal; suponiendo ausencia total de tracciones, y bloque comprimido con tensión constante igual al valor de cálculo de la resistencia del material.

La comprobación debe hacerse en segundo orden, es decir, introduciendo la amplificación de excentricidad que supone el pandeo y las imperfecciones de ejecución, deducida, a su vez, de la esbeltez y condiciones de arriostramiento de cada muro.

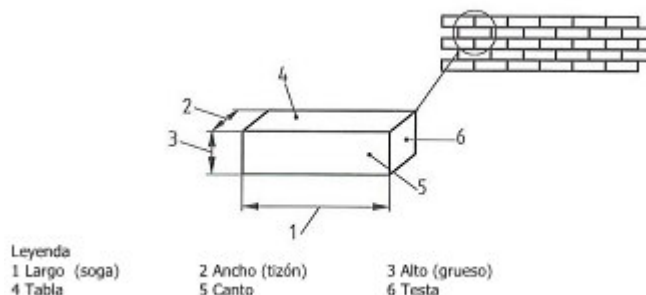
El proceso general, esquemáticamente, comprende las siguientes fases:

- Evaluación de acciones: debe calcularse la carga procedente de los forjados que gravitan sobre cada muro, así como la carga debida a su propio peso.
- Obtención del esfuerzo normal: en las tres secciones significativas: sección de cabeza, sección de base y sección central.
- Obtención del momento flector: (expresado en términos de excentricidad del esfuerzo normal) en las secciones indicadas. El momento flector en la cabeza y en la base de cada muro se obtiene realizando el análisis de nudo correspondiente, admitiendo plastificación total o parcial, según los casos; en la sección central, se deduce del diagrama de momentos flectores a lo largo de la longitud del muro.
- Comprobación en primer orden: de las secciones de extremo, a compresión compuesta, con las sollicitaciones obtenidas anteriormente. Esta primera comprobación es necesaria para reconsiderar el predimensionado de los elementos o el resto de las condiciones de proyecto, si fuere necesario; lo cual implicaría un nuevo análisis con las modificaciones introducidas.
- Comprobación en segundo orden: de las secciones indicadas, con los esfuerzos amplificados por efecto del pandeo y las imperfecciones de ejecución. El DB SE-F plantea el tratamiento del cálculo en segundo orden en términos de incremento de la excentricidad debida a las cargas. El efecto de pandeo propiamente dicho sólo afecta a la sección central. En las secciones de extremo basta con introducir el incremento de excentricidad por ejecución.

Piezas

La nueva normativa reguladora de las fábricas de albañilería según el REAL Decreto 1371/2007 de 19 de Octubre es la relacionada con las Normas UNE-EN que regulan el marcado CE para productos de construcción. La normativa que regula esta clase de productos es la UNE-EN 771-1:2003, siendo la UNE-EN 772-16:2000 la que determina las dimensiones de estas piezas. Todas las dimensiones deben ser determinadas por el fabricante según la norma UNE-EN 772-16:2000, que debe seguir el procedimiento de medida indicado. En cuanto a los ensayos a realizar a estas piezas viene recogido en otro conjunto de normas UNE-EN 772-3, 5, 7, 11, 13, y 19 básicamente.

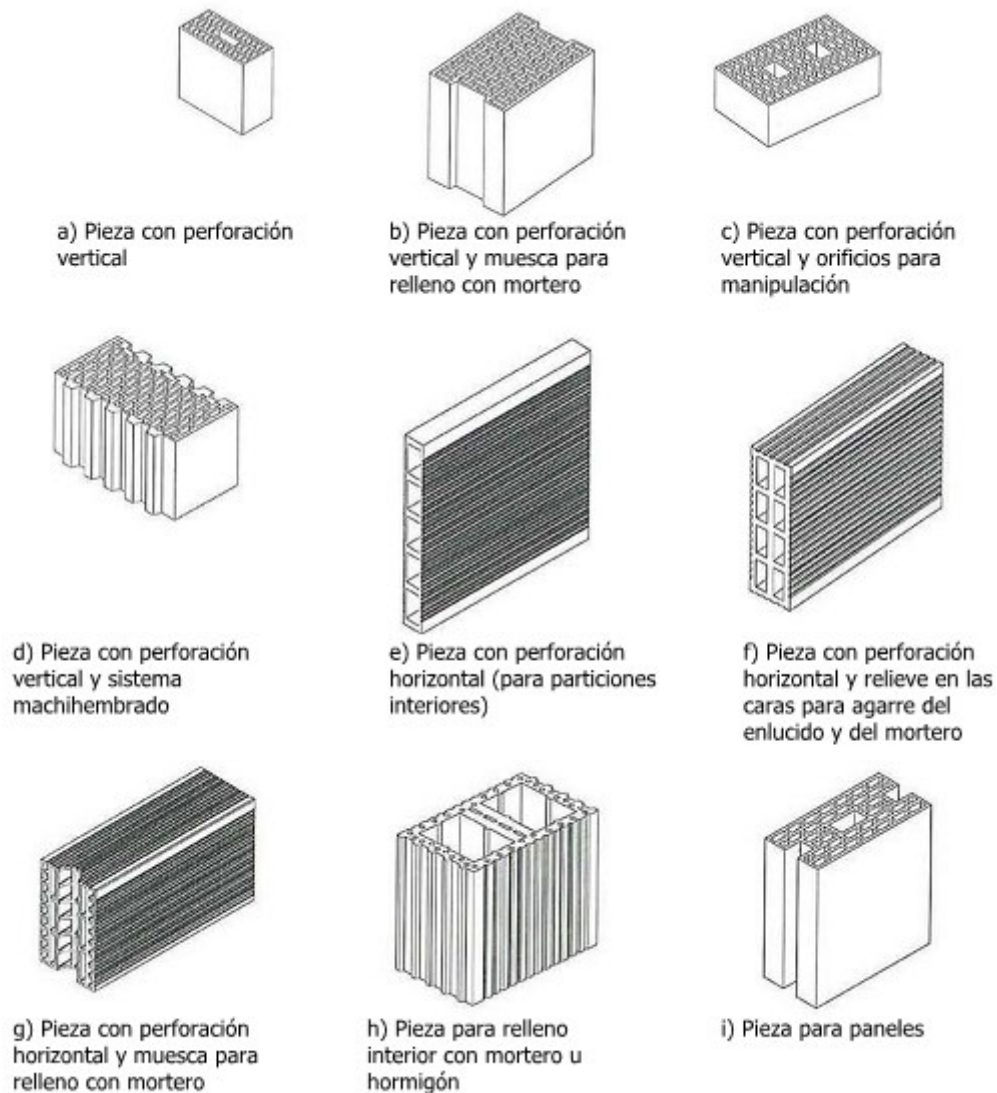
Las dimensiones y superficies de las piezas se definen según la siguiente figura:



-Figura 2.42. Dimensiones y superficies piezas fábrica. Fuente “Obras de fábrica. Libro 1.- Normativa y materiales que conforman las fábricas. ETS de Arquitectura de Sevilla”.

Tipos de piezas:

Piezas LD: piezas de arcilla cocida con una densidad aparente $\leq 1.000 \text{ kg/m}^3$. Se muestran a continuación algunos ejemplos de piezas LD:



-Figura 2.43. Ejemplos piezas LD. Fuente “Obras de fábrica. Libro 1.- Normativa y materiales que conforman las fábricas. ETS de Arquitectura de Sevilla”.

En la UNE-EN 771-1 se definen también una serie de características y campos de aplicación relativos a las piezas LD, que se indican a continuación:



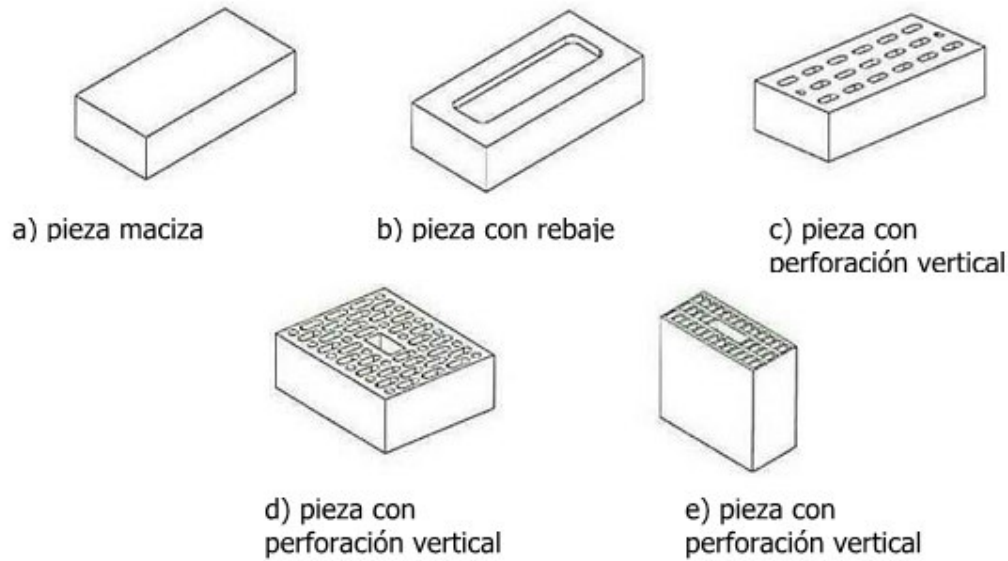
Producto: piezas cerámicas LD Uso: muros de fábrica, pilares y particiones, según el campo de aplicación			
Características esenciales	Requisitos de la norma	Niveles y/o clases	Notas
Resistencia a compresión (para piezas que vayan a emplearse en elementos con exigencias estructurales)	Resistencia a compresión	Ninguno	Valor declarado, en N/mm ² (especificando la dirección de aplicación de la carga y la categoría de la pieza)
Estabilidad dimensional (para piezas que vayan a emplearse en elementos con exigencias estructurales)	Expansión por humedad	Ninguno	Valor declarado de la expansión, en mm/m
Adherencia (para piezas que vayan a emplearse en elementos con exigencias estructurales)	Adherencia	Ninguno	Valor fijo; o valor declarado de la resistencia inicial a cortante, en N/mm ²
Contenido de sales solubles (para piezas que vayan a emplearse en elementos con exigencias estructurales)	Contenido de sales solubles activas	Ninguno	Valor declarado de contenido de sales solubles según las clases S0, S1, S2 (1)
Reacción al fuego (para piezas que vayan a emplearse en elementos con exigencias frente al fuego)	Reacción al fuego	Euroclases A1 a F	Declaración de reacción al fuego Clases A1 a F
Absorción de agua (piezas que vayan a emplearse como barreras anticapilaridad o en elementos exteriores con una cara expuesta)	Absorción de agua	Ninguno	Texto que deberá declararse: "no destinado a ser expuesto"
Permeabilidad al vapor de agua (para piezas que vayan a emplearse en elementos exteriores)	Permeabilidad al vapor de agua	Ninguno	Valor declarado (coeficiente tabulado de difusión del vapor de agua)
Aislamiento acústico a ruido aéreo directo y para piezas que vayan a utilizarse en elementos con exigencias acústicas	Densidad Geometría y forma Dimensiones y tolerancias	Ninguno	Valor declarado de densidad aparente en kg/m ³ Declaración de la configuración mediante dibujo o descripción
Resistencia térmica: densidad, geometría y forma (para piezas que vayan a utilizarse en elementos con exigencias térmicas)	Propiedades térmicas	Ninguna	Valor declarado de resistencia térmica en m ² K/W o conductividad térmica equivalente en W/m·K, y los medios de evaluación empleados
Durabilidad (resistencia al hielo/deshielo)	Resistencia a la helacidad	Ninguno	Texto que deberá declararse: "no destinado a ser expuesto"; o Valor declarado (1)
Sustancias peligrosas	Véase nota (1)	Ninguno	Según ZA.3

(1) Cuando se requiera, se empleará el método de ensayo designado a tal efecto.

-Tabla 2.7. Campo de aplicación y características relativas a piezas cerámicas LD (EN 771-1)

Piezas HD: piezas de arcilla cocida con una densidad aparente $> 1.000 \text{ kg/m}^3$. Se muestran a continuación algunos ejemplos de piezas LD:

2. ANTECEDENTES



-Figura 2.44. Ejemplos piezas HD. Fuente “Obras de fábrica. Libro 1.- Normativa y materiales que conforman las fábricas. ETS de Arquitectura de Sevilla”.

En la UNE-EN 771-1 se definen también una serie de características y campos de aplicación relativos a las piezas HD, que se indican a continuación:

Producto: piezas HD Uso: Muros de fábrica, pilares y particiones, según el ámbito de aplicación de la presente norma			
Características esenciales	Capítulos y apartados de requisitos en esta norma europea	Niveles y/o clases	Notas
Resistencia a compresión (para piezas que vayan a emplearse en elementos con exigencias estructurales)	Resistencia a compresión	Ninguno	Valor declarado, en N/mm ² (especificando la dirección de aplicación de la carga y la categoría de la pieza)
Estabilidad dimensional (para piezas que vayan a emplearse en elementos con exigencias estructurales)	Expansión por humedad	Ninguno	Valor declarado de la expansión, en mm/m
Adherencia (para piezas que vayan a emplearse en elementos con exigencias estructurales)	Adherencia	Ninguno	Valor fijo; Valor declarado de la resistencia inicial a cortante, en N/mm ²
Contenido de sales solubles (para piezas que vayan a emplearse en elementos con exigencias estructurales)	Contenido de sales solubles activas	Ninguno	Valor declarado de contenido de sales solubles según las clases S0, S1, S2
Reacción al fuego (para piezas que vayan a emplearse con exigencias frente al fuego)	Reacción al fuego	Euroclases A1 a F	Declaración de reacción al fuego Clases A1 a F
Absorción de agua (piezas que vayan a emplearse como barreras anticapilaridad o en elementos exteriores con una cara expuesta)	Elementos exteriores	Ninguno	Valor declarado, en %
	Barreras anticapilaridad		

Permeabilidad al vapor de agua (para piezas que vayan a emplearse en elementos exteriores)	Permeabilidad al vapor de agua	Ninguno	Valor declarado (coeficiente tabulado de difusión del vapor de agua)
Aislamiento acústico a ruido aéreo directo (en condiciones finales)/densidad geometría y forma (para piezas que vayan a utilizarse en elementos con exigencias acústicas)	Densidad	Ninguno	Valor declarado (coeficiente tabulado de difusión del vapor de agua)
	Geometría y forma Dimensiones y tolerancias		
Resistencia térmica Densidad y geometría y forma (para piezas que vayan a utilizarse en elementos con exigencias térmicas)	Propiedades térmicas	Ninguno	Valor declarado de resistencia térmica en m^2K/W o conductividad térmica equivalente en $W/m \cdot K$, y los medios de evaluación empleados.
Durabilidad (resistencia al hielo/deshielo)	Resistencia a la helacidad	Ninguno	Exposición a la que va a estar sometida la pieza y valor declarado de resistencia a la helacidad (a)
Sustancias peligrosas	ZA.1 Véase nota	Ninguno	Según ZA.3 (párrafo antepenúltimo)

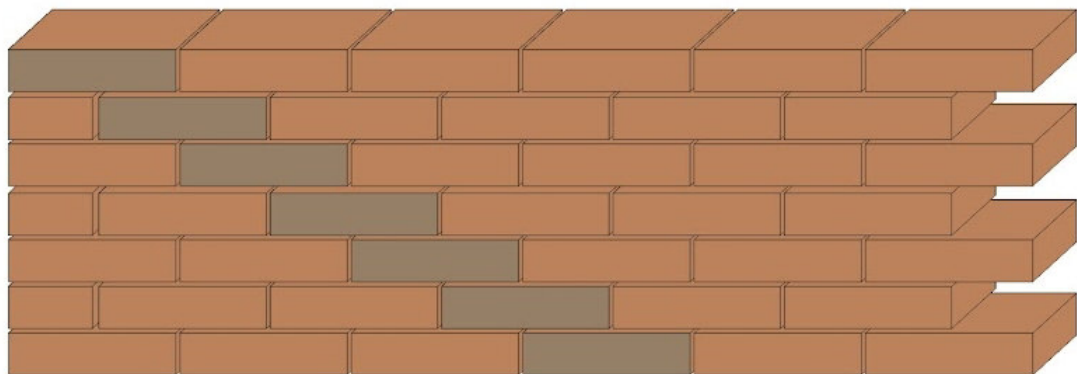
-Tabla 2.8.Campo de aplicación y características relativas a piezas cerámicas HD (EN 771-1)

Aparejos

Se entiende por aparejo la disposición que se le da a las juntas de las piezas en un cuerpo de obra de fábrica según reglas determinadas, que deben garantizar la trabazón entre los distintos elementos que lo componen y las uniones de los cuerpos de obra de fábrica en los cruces y enlaces.

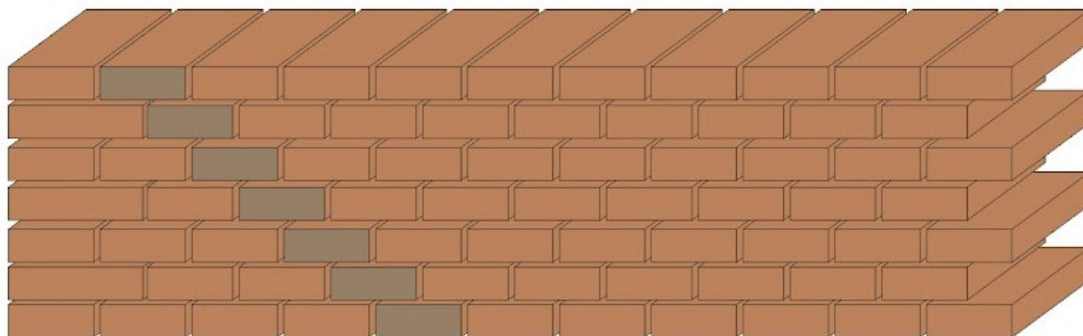
Tipos de aparejos:

- De sogá.- Es el que forma el muro de medio pie, de media asta o cítara, utilizándose principalmente para la construcción de forrado de edificios y en general paredes de poca carga. Todas las hiladas son a sogá. Las llagas pueden desplazarse longitudinalmente al muro para conseguir solapes de $\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{4}$ de sogá, lo correcto sería terminar con enteros y medios alternativamente. Se muestra a continuación una figura ilustrativa de este tipo de aparejo:



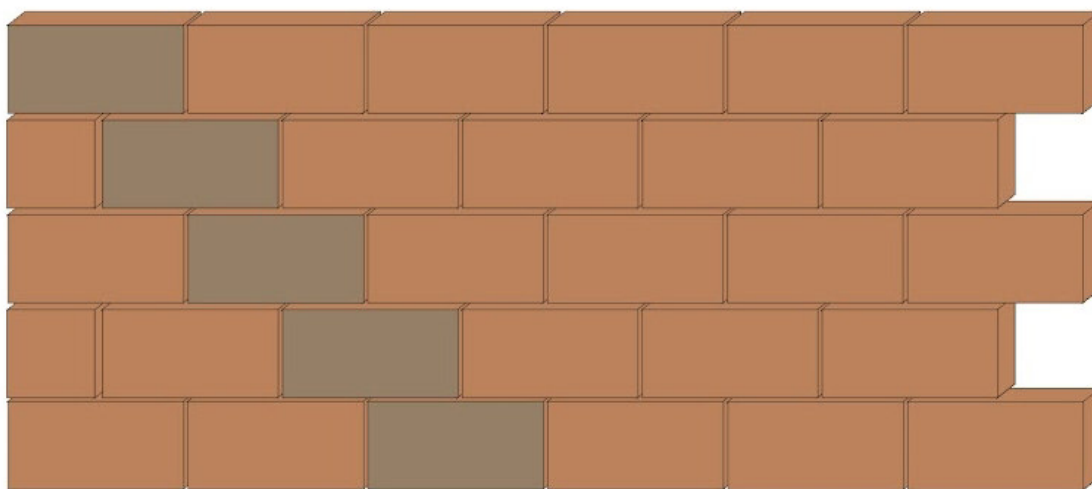
-Figura 2.45. Aparejo de sogá o cítara de media asta. Fuente <http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>

- De tizón o a la española.- Es el muro que mejor trabaja en sentido transversal y el más apropiado para paredes curvas. Siendo útil solo para muros de un pie. Es de poca aplicación, puesto que para muros de mucha carga se emplean los aparejos en cruz (belgas) o ingleses. Todas las hiladas van de cabeza con solape de $\frac{1}{4}$. Se muestra a continuación una figura ilustrativa de este tipo de aparejo:



-Figura 2.46. Aparejo de tizón o a la española. Fuente <http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>

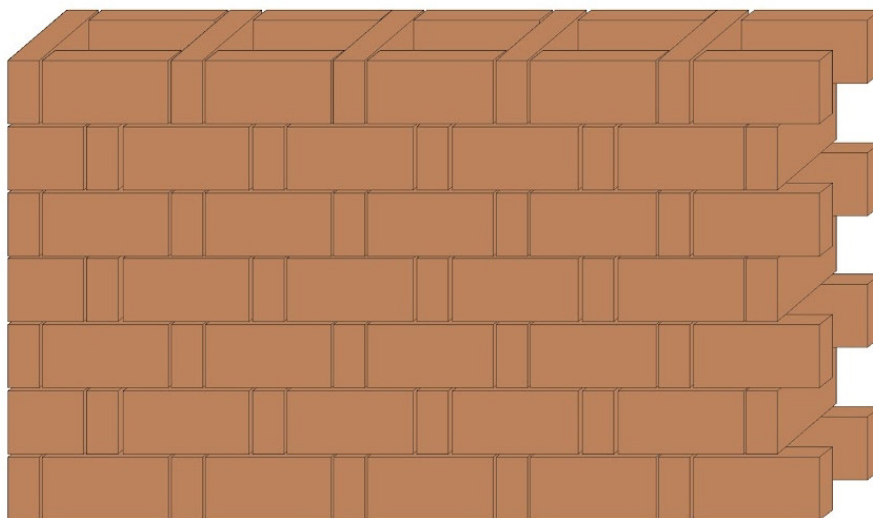
- A sardinel.- No constituye un aparejo verdadero porque no existe ningún solape vertical entre los ladrillos. Se emplea como elemento decorativo en arranque y coronación de muros, alféizar de ventanas, umbral de puertas, peldaños de escaleras etc. Siempre en aquellas partes de la obra que no están sujetas a esfuerzos de consideración o que trabajen solo a compresión, como en el caso de los umbrales de las puertas
- De panderete.- se aplica especialmente en interiores, para tabiques. Las hiladas en ladrillos ordinarios, rasillas, gafas o huecos dobles, pueden ser a panderete vertical (especialmente en curvas) o a panderete horizontal. Se muestra a continuación una figura ilustrativa de este tipo de aparejo:



-Figura 2.47. Tabique a panderete. Fuente <http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>

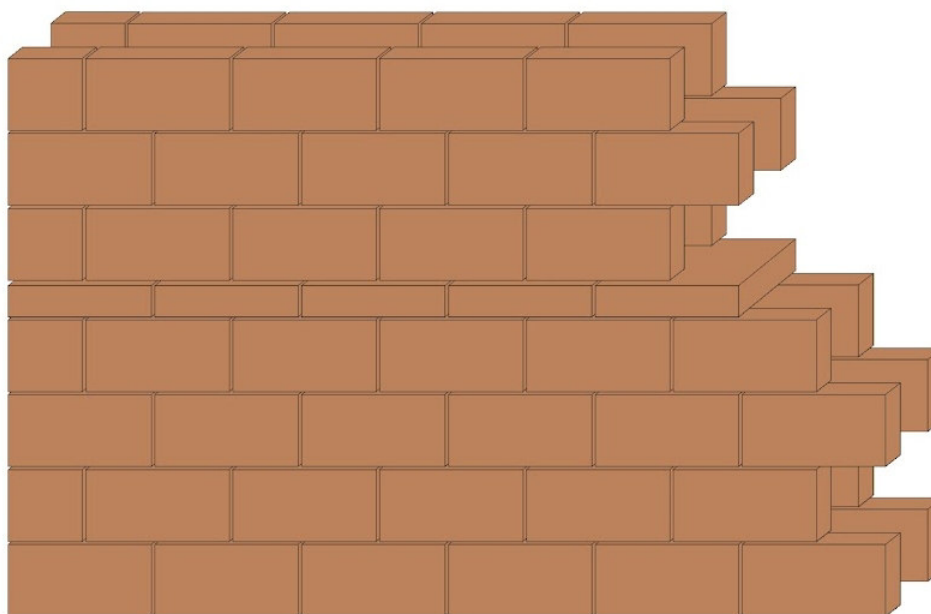
- En diagonal o diente de sierra.- Es cuando se solapan los ladrillos de manera que los tizones y parte de la soga aparecen a la vez y oblicuamente en el paramento. Tiene especial aplicación en paredes decorativas como cornisas y cercas. Las hiladas son en diagonal con lo cual el aparejo queda escalonado y su solape es de medio ladrillo.
- Capuchina de a pie.- Se llama a los muros formados por dos tabiques paralelos, cuya separación es igual al largo del ladrillo, poniéndose ladrillos a tizón de forma alternada con el fin de trabar un tabique con otro y dar mayor consistencia al muro. La finalidad de estos muros, es

lograr un aislamiento térmico-acústico y en muchas ocasiones el ahorro de ladrillos. Se muestra a continuación una figura ilustrativa de este tipo de aparejo:



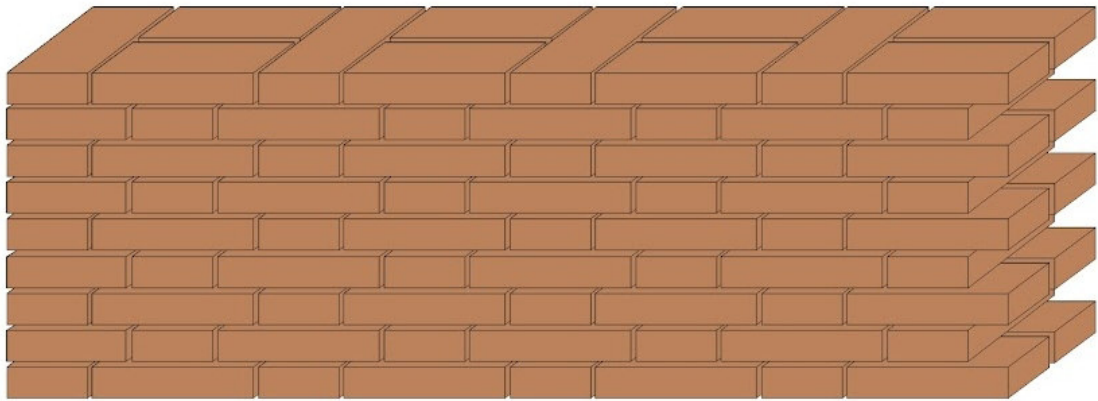
-Figura 2.48. Capuchina de a pie. Fuente <http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>

- Capuchina de 1/2 pie.- Como el anterior, también lleva dos tabiques paralelos, pero la separación entre ellos es del ancho del ladrillo, la traba se realiza con una hilada a soga cada tres o cuatro filas. Se muestra a continuación una figura ilustrativa de este tipo de aparejo:



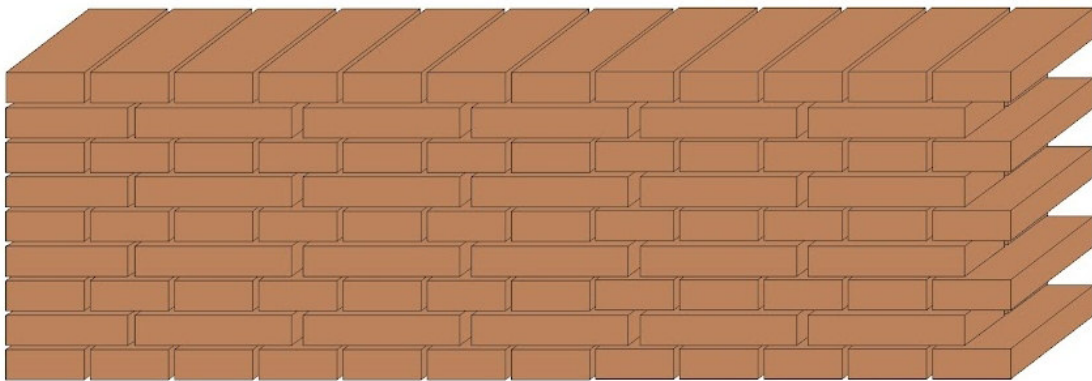
-Figura 2.49. Capuchina de medio pie. Fuente <http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>

- Gótico flamenco.- En el que cada hilada está constituida por sogas y tizones alternativamente, es la fábrica más usada, no solo en labor vista donde tiene gran aceptación sino también en muros para revocar, pues se puede alternar la soga con ladrillo hueco y el tizón en perforado o macizo, siempre que sean del mismo grueso. El comienzo de la fábrica es a tizón, y la segunda hilada comienza por terciado con lo cual el tizón siempre queda en el centro de la soga con respecto a la hilada anterior y posterior. Se muestra a continuación una figura ilustrativa de este tipo de aparejo:



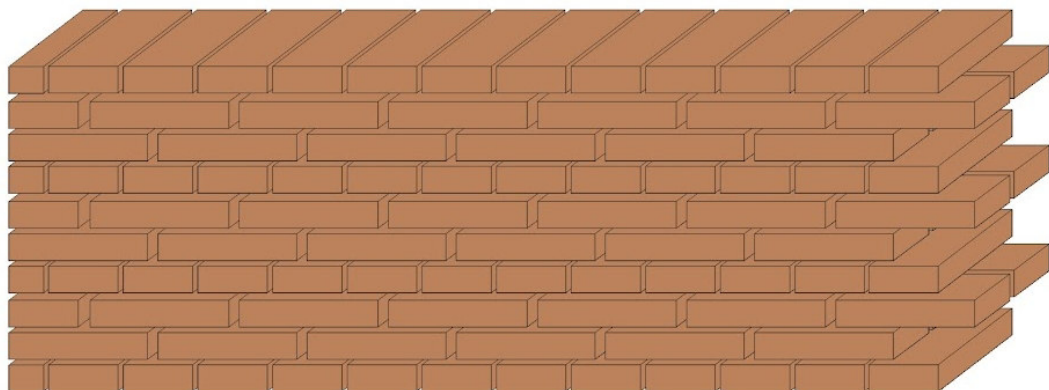
-Figura 2.50. Aparejo gótico flamenco. Fuente <http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>

- Inglés normal.- Constituido por hiladas alternadas, una a soga y la siguiente a tizón, correspondiéndose, respectivamente, las juntas verticales de las sogas y las juntas verticales de los tizones. El efecto es muy parecido al flamenco por quedar también el tizón en el centro de las sogas. Se muestra a continuación una figura ilustrativa de este tipo de aparejo:



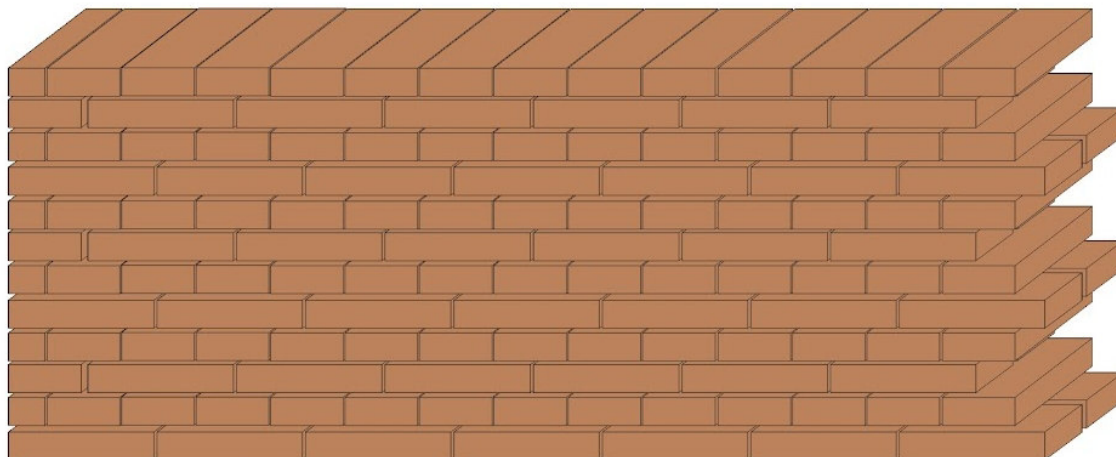
-Figura 2.51. Aparejo Inglés. Fuente <http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>

- Inglés antiguo.- Formado por una hilada a tizón seguida por dos a soga. Por su buen aparejo está considerado como el que mejor trabaja a compresión por su poca continuidad en las llagas, siguiéndole el belga. Se muestra a continuación una figura ilustrativa de este tipo de aparejo:



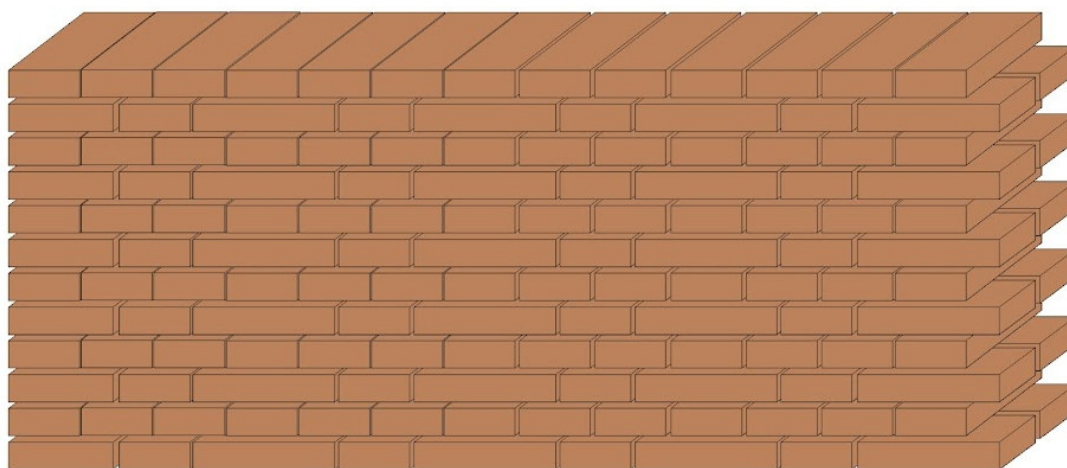
-Figura 2.52. Aparejo Inglés Antiguo. Fuente <http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>

- Belga.- (También en cruz) Formado también como el inglés normal, por hiladas alternas a soga y tizón, pero diferenciándose de aquél en que éste las hiladas a soga se corresponden cada dos, esto es, dejando una hilada intermedia a soga cuyas juntas vienen al centro de las sogas inmediatas superior e inferior que son las que corresponden. Se muestra a continuación una figura ilustrativa de este tipo de aparejo:



-Figura 2.53. Aparejo Belga. Fuente <http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>

- Holandés.- Aparejo que lleva una hilada a soga y tizón, como el gótico flamenco, y a la hilada siguiente todos los ladrillos van puestos a tizón, repitiéndose esto en las hiladas sucesivas. Se muestra a continuación una figura ilustrativa de este tipo de aparejo:



-Figura 2.54. Aparejo Belga. Fuente <http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>

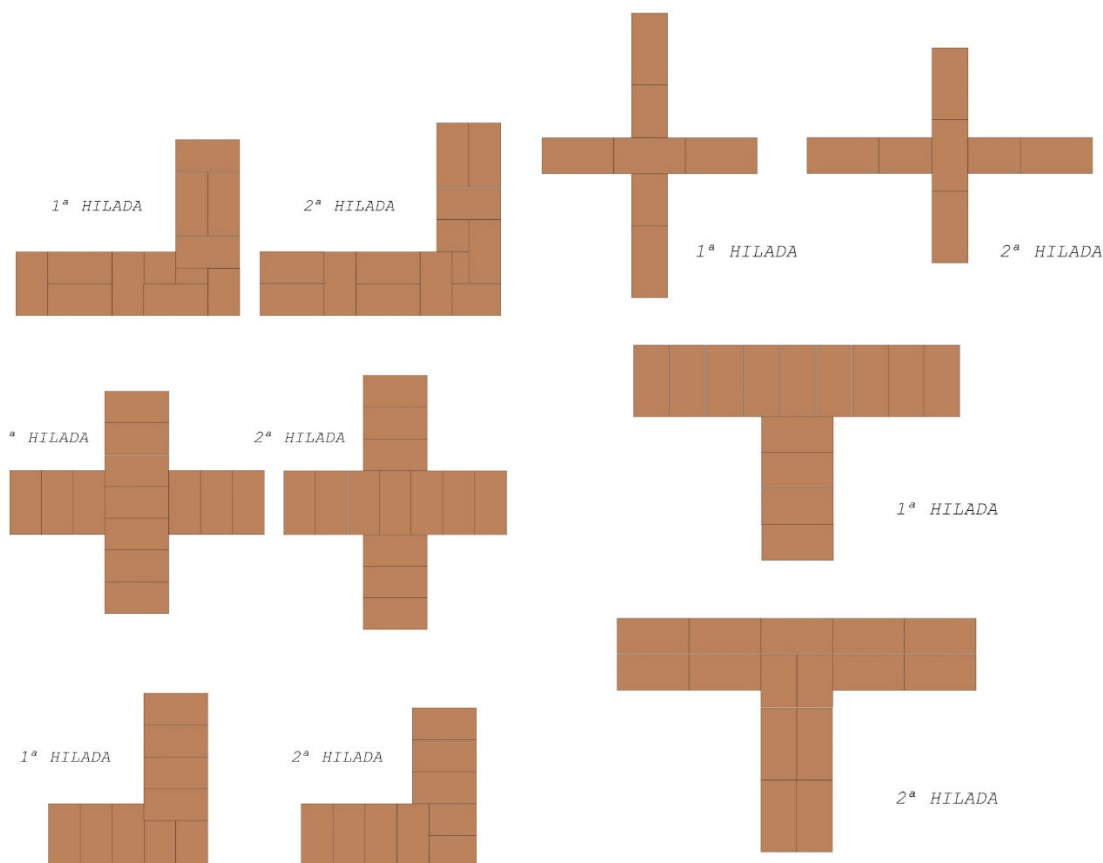
Intersecciones

Dado que suelen estar los edificios divididos por paredes transversales o longitudinales, que a veces son muros de carga, pueden darse tres casos de intersecciones:

- Esquina.- Cuando los dos muros acaben en su intersección.
- Muro de encuentro.- Cuando solo continúa uno de los dos muros.
- Cruce.- Cuando se prolongan dos muros más allá de su intersección.

Para resolver la trabal en estos casos, se debe considerar como si las hiladas perteneciesen alternativamente a uno y otro muro.

En general las piezas a emplear dependen del espesor del muro y del aparejo² que se elija. Es muy corriente el uso de terciados en estas intersecciones. Se muestran a continuación a modo ilustrativo ejemplos de la disposición de piezas para intersecciones:



-Figura 2.55. Intersecciones. Fuente <http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>

2.6 CIMENTACIONES

Las cargas de las edificaciones se transmiten al terreno a través de las cimentaciones. Según la profundidad del terreno firme respecto a la base de la edificación, la cimentación será superficial o profunda. Cuando un edificio se coloca sobre un terreno firme, es posible utilizar una cimentación superficial, pero cuando las capas de terreno firme con suficiente grosor se encuentran a cierta profundidad, las cargas de la edificación deben transmitirse a dichas capas a través de una cimentación profunda.

La incidencia sobre los costes de cimentación de la naturaleza del terreno y las cargas de la edificación, pueden llegar, en muchos casos, a poner en tela de juicio el emplazamiento e incluso el propio proyecto.

Cimentaciones superficiales.

A excepción de la roca, la capacidad de carga del terreno, suele ser inferior a la de los materiales portantes, por lo que suele ser necesario repartir las cargas del edificio en una mayor superficie del terreno mediante zapatas o losas de cimentación debajo de los muros de carga o de la estructura.

Por ello reciben el nombre de cimentaciones planas o superficiales. Según las condiciones del terreno, la estructura del edificio y sus cargas, las cimentaciones superficiales pueden ser:

- Cimentaciones corridas bajo muros,
- Cimentaciones aisladas bajo pilares o máquinas,
- Cimentaciones en forma de losas y emparrillados para mejorar el reparto de las cargas

Zapatas corridas y aisladas

Las zapatas corridas se aplican normalmente a muros, y las aisladas a pilares. Las secciones pueden ser rectangulares, escalonadas, o trapezoidales. La anchura de los cimientos viene determinada por la carga que deben soportar, la resistencia a compresión del material y la presión admisible sobre el terreno. En todos los casos debe tenerse en cuenta la profundidad de la cimentación, las superficies edificadas y el asiento admisible.

Cuando se conoce la anchura necesaria para los cimientos, su altura se determina del siguiente modo:

El ángulo de reparto estará comprendido entre 45° y 60° .

Por razones prácticas, la altura mínima de los cimientos de hormigón es de unos 30 cm (que viene a ser el grosor de una capa compactada).

Se muestran a continuación unas fotografías, a modo de ejemplo, de estos tipos de cimentaciones:



-Figura 2.56. Zapata aislada. Fuente www.iiarquitectos.com-



-Figura 2.57. Zapata corrida. Fuente www.escarce.com.

Losas de cimentación

Se utilizan:

- Cuando la anchura de la base de los cimientos que se ha calculado resulta tal que la transmisión de la carga vertical a 45°, (para la distribución uniforme del terreno) implica una profundidad excesiva
- Cuando la solera tiene que ser estanca al agua; en este caso su grosor mínimo es de unos 25 cm, lo que con su armadura correspondiente, es suficiente para cimentar una vivienda normal y corriente sin necesidad de zapatas adicionales.
- En el caso de posibles asientos irregulares por terrenos de estratificación desigual;
- Cuando hay que construir un edificio sobre un suelo disgregado de gran grosor y una cimentación sobre pilotes rígidos implicaría un gasto excesivo por la exagerada longitud de los pilotes. Es posible reducir el asiento con una cimentación de losa o zapeado sobre una retícula de pilotes flotantes.

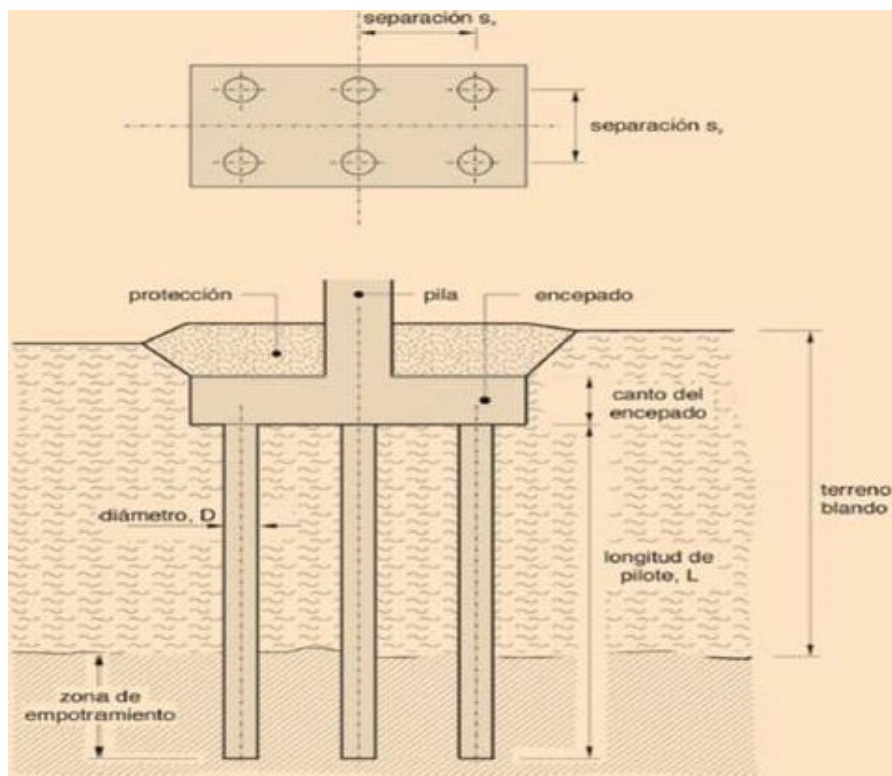
Se muestran a continuación unas fotografías a modo de ejemplo de este tipo de cimentaciones:



-Figura 2.58. Losa de cimentación. Fuente www.arxhitec.com.

Cimentaciones profundas

Cuando el terreno resistente se encuentra a mucha profundidad, se intentará previamente llegar a esa capa por medio de pilotes o de pozos. Se muestra a continuación un ejemplo ilustrativo de este tipo cimentaciones:



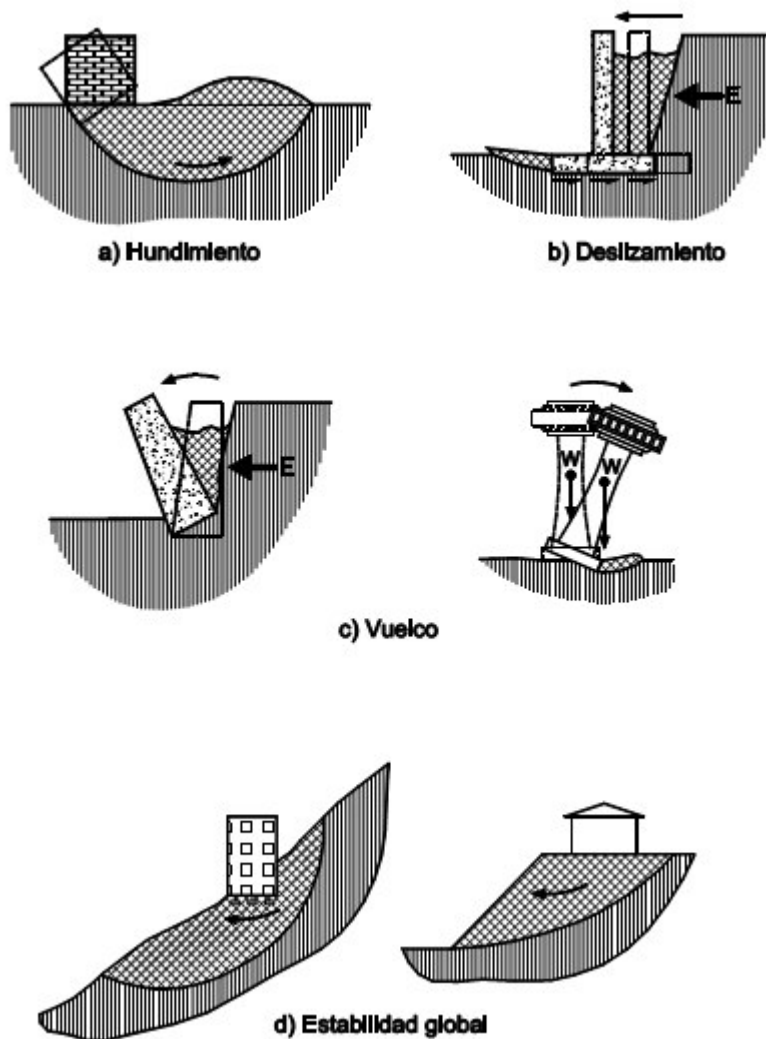
-Figura 2.59. Cimentaciones profundas. Fuente www.alipso.com.

Verificaciones

Los estados límites últimos que siempre habrán de verificarse para las cimentaciones superficiales son:

- Hundimiento: se produce cuando la capacidad soporte del terreno es inferior a la carga transmitida por la cimentación.
- Deslizamiento: se produce cuando las tensiones de corte en el plano de contacto zapata-terreno igualan o superan la resistencia a corte de dicho contacto.
- Vuelco: puede ocurrir en casos de cargas excéntricas respecto del centro de gravedad del área de la cimentación, cuando el punto de paso de la resultante de las acciones se aproxima al borde de la cimentación.
- Estabilidad general: se trata de la estabilidad del conjunto de la estructura y su cimiento, sin que se produzcan fallos locales.
- Capacidad estructural del cimiento: contemplan la posibilidad de que los esfuerzos sobre las zapatas o losas superen su capacidad resistente.

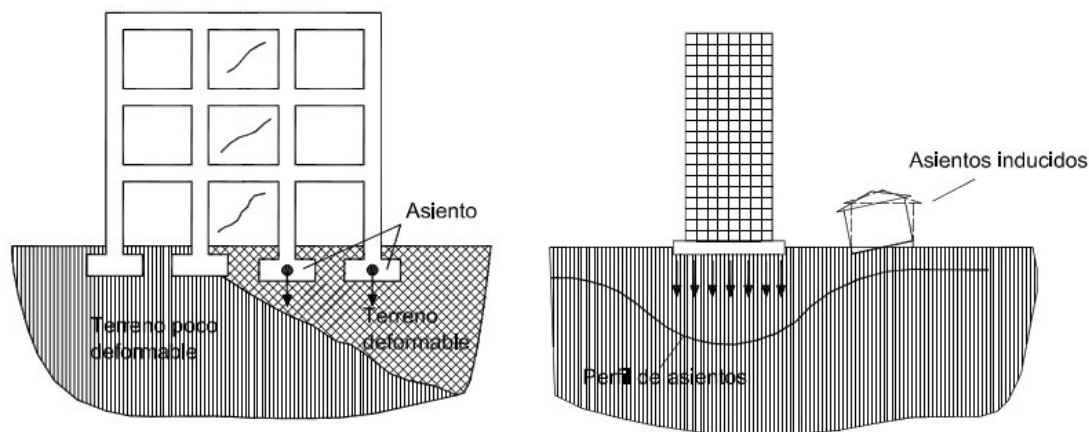
Se muestra a continuación una figura ilustrativa de estos estados límite últimos:



-Figura 2.60. Ejemplos estados límite últimos. Fuente CTE-DB-SE-C

En cuanto a los estados límites de servicio, se ha de asegurar que:

- Los movimientos del terreno sean admisibles para la estructura a construir.
 - Los movimientos inducidos en el entorno no afecten a las estructuras colindantes.
- Se muestra a continuación una figura ilustrativa de estos estados límite de servicio:



-Figura 2.61. Ejemplos estados límite servicio. Fuente CTE-DB-SE-C

2.7. SOFTWARE CYPECAD PARA EL CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN.

Existen en el mercado gran variedad de software dedicados al cálculo de estructuras. CypeCAD es un software especializado en el cálculo de estructuras de edificación lo que trae consigo una serie de ventajas e inconvenientes. Al especializarse en un tipo de estructuras, CypeCAD presenta aspectos que permiten realizar tareas con gran rapidez y precisión. Sin embargo, dicha especialización, trae consigo limitaciones desde el punto de vista de estructuras que pueden analizarse.

Un aspecto importante a comentar consiste en el método utilizado para introducir la geometría de la estructura.

En otros softwares dicho proceso se realiza creando una malla (grid). Una vez creada dicha malla el usuario introduce ya sea en planta o en una vista tridimensional, uno por uno, los pilares, las vigas y forjado (placa) de la estructura.

A diferencia de lo anterior, el proceso de introducción de la geometría de la estructura en CypeCAD, se lleva a cabo únicamente en una vista en planta, sin necesidad de crear ninguna malla. El proceso general de introducción de la geometría consiste en definir el nº de plantas que tendrá el edificio, y su altura, y a continuación sólo se tiene que indicar la posición en planta de las estructuras que forman el edificio, pilares, muros... CypeCAD genera automáticamente la altura de los pilares según la altura de la planta que se haya definido.

Con CypeCAD es posible realizar el cálculo y dimensionado de estructuras tanto de hormigón armado como metálicas. Cada una de estas estructuras puede estar compuesta por elementos tales como pilares, pantallas, muros, vigas de hormigón, metálicas, mixtas, forjados, cimentaciones por losas, vigas de cimentación, zapatas y encepados.



Para que CypeCAD realice el análisis estructural de una edificación, el usuario solo debe definir la normativa que desea utilizar, así como de los diferentes materiales de las diferentes partes estructurales de la edificación.

Además de calcular los esfuerzos que solicitan los elementos que componen el edificio (muros, pilares...) realiza también el cálculo de la armadura necesaria para éstos elementos.

Dentro del paquete del software CypeCAD, se encuentra el módulo Nuevo Metal 3D para estructuras tridimensionales de madera, aluminio y acero.

El módulo NM3D ofrece herramientas para un análisis rápido y eficaz de estructuras convencionales (y no tan convencionales) con el objetivo de obtener resultados precisos y manejables.

La geometría se puede definir directamente sobre la pantalla pero también se puede importar a partir de archivos dwg o dxf.

Para estructuras formadas por pórticos se puede utilizar la aplicación generador de pórticos y exportar a NM3D la geometría y las cargas generadas, de modo que el proceso de introducción de datos se simplifica considerablemente.

NM3D ofrece herramientas para definir las características de los nudos y las barras, las cargas, las hipótesis y combinaciones, etc. para describir la estructura con facilidad y exactitud.

El cálculo de esfuerzos y desplazamientos se realiza mediante métodos matriciales mediante el ensamblaje de una matriz de la estructura completa. Los esfuerzos y desplazamientos se pueden consultar mediante gráficos o listados, por hipótesis, por combinaciones y por envolvente de combinaciones.

A partir de los esfuerzos se comprueban las barras, las uniones y la cimentación. Se puede consultar un completo listado de comprobación de cada elemento que desarrolla paso a paso todos los cálculos, lo que permite un análisis exhaustivo y una adecuada toma de decisiones.

Una vez afinada la estructura, el programa permite obtener listados y planos de ingeniería, además de la exportación a programas de desarrollo de planos de taller, generación de etiquetado, control de máquinas, etc.

3. Situación geográfica

3.1. LOCALIZACIÓN

El proyecto se sitúa en la localidad de Valseca, en la provincia de Segovia, situada a 11 km al noroeste de la capital Segoviana.

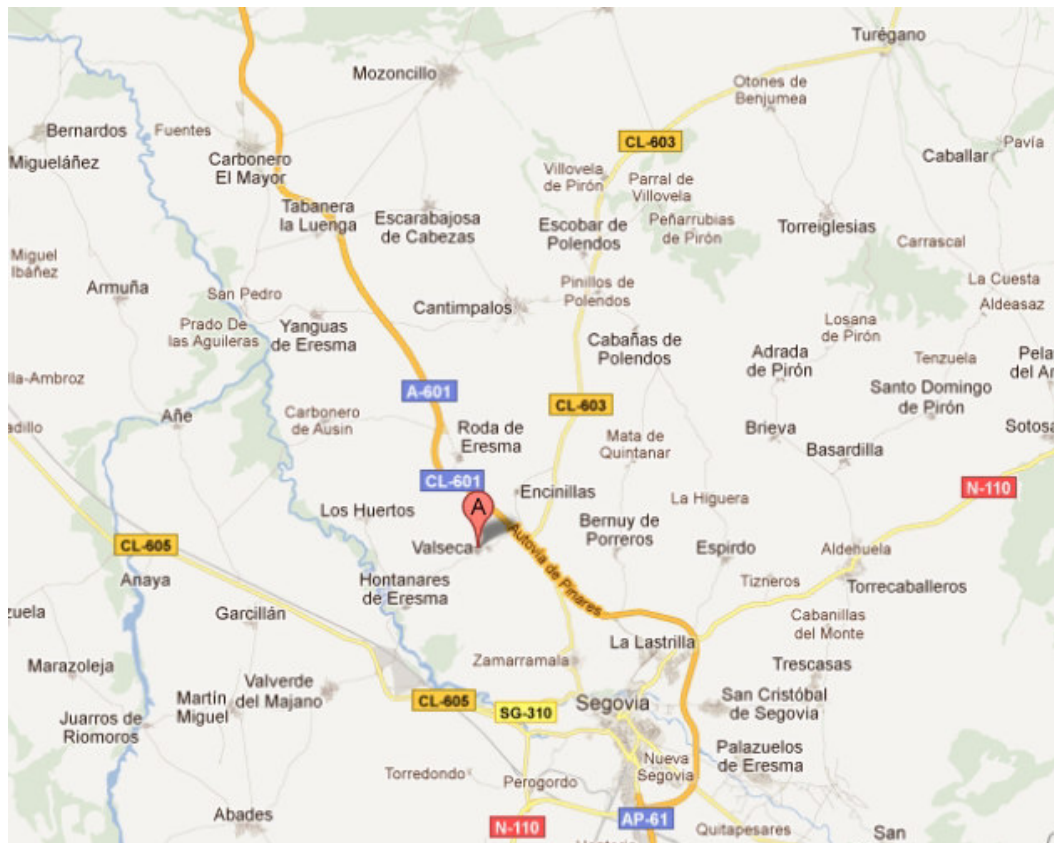


Figura 3.1. Localización. Fuente: Google Maps

3.1.1 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

- 948m de altitud
- entre las coordenadas 41°11'09" y 40°50'42" de latitud Norte y 4°10'12" y 4°00'38" de longitud Oeste.

3.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA



El término de Valseca está ubicado geomorfológicamente en el contacto entre el Sistema Central y la Cuenca terciaria del Duero.

Se enclava plenamente en la unidad morfo estructural “BLOQUES MEDIOS Y BAJOS DEL SISTEMA CENTRAL”.

Esta unidad morfo estructural consta de un conjunto de bloques, estructuralmente desnivelados y basculados entre sí, cuyos caracteres diferenciales, respecto de las restantes unidades morfo estructurales, son los siguientes:

- Constituidos fundamentalmente por bloques del zócalo, se diferencian netamente de los Bloques Altos por alcanzar menor altura, aunque ésta sea muy variable en la unidad
- Existen morfo estructuras serranas, como en el caso anterior, pero, al menos en la provincia de Segovia, son de menor extensión y pertenecen a una tipología de sierras medias y bajas
- Los bloques que corresponden a las fosas se encuentran relativamente hundidos respecto de los relieves colindantes y, en algún caso (fosa del Voltoya) han funcionado como cuencas de sedimentación durante la evolución neógena del relieve, a semejanza de la alta Cuenca del Duero.

La geología es la propia de la Sierra de Guadarrama, constituida fundamentalmente por materiales profundos del zócalo (granitos) y las aureolas cristalinas que lo rodean (gneis), formados como consecuencia de las inyecciones magmáticas de la edad Herciniana, intensamente metamorfoseadas, sobre cuyo límite septentrional se apoya un conjunto de materiales en los que se aprecia de abajo a arriba la siguiente litología: un tramo de arenas silíceas, arcilla y marzas abigarradas con espesor de hasta 60 m., que por correlación con zonas situadas al Norte puede considerarse Albense, sobre el que yace una potente serie de calizas y marzas de hasta 120 m., que se atribuye al Cretácico superior.

La calidad de los suelos, son pobres, de pie ácido en las zonas graníticas y de gneis correspondientes a los órdenes Inceptisoles y Entrioles de la clasificación americana, cuyo bajo potencial agrícola los hace aptos para pastos. En zonas calizas se tienen suelos más evolucionados, alfroles, aptos para las labores agrícolas.

3.1.3 HIDROGEOLOGÍA

El municipio pertenece a la cuenca hidrográfica del Duero, subcuenca del río Eresma, dentro de un sistema acuífero fundamentalmente cuaternario.

La calidad del agua se puede considerar que es apta para consumo humano y para el regadío en general, estando muy poco mineralizada.

No discurren corrientes significativas por el término municipal.

3.1.4 CLIMATOLOGÍA

Predomina un clima de régimen térmico Pirenaico con régimen de humedad Mediterráneo-Húmedo, tipo climático Mediterráneo Templado Franco, con heladas en invierno y temperaturas moderadamente altas en verano, existiendo un período de sequía estival de aproximadamente dos meses y medio.



Las precipitaciones invernales son debidas fundamentalmente a las borrascas dinámicas propias de estas latitudes. Las precipitaciones de finales de primavera y verano están provocadas en su mayoría por borrascas térmicas que disminuyen su frecuencia a medida que avanza el verano a causa de la falta de humedad

La dirección dominante del viento es NO. Esta se mantiene todos los meses, a excepción de enero y febrero (SO), diciembre (SE) y mayo variable.

Se muestra a continuación los datos meteorológicos que ofrece la Agencia Estatal de Meteorología, para Segovia:

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	4.0	7.7	0.3	38	75	7	3	0	3	15	6	124
Febrero	5.5	9.6	1.3	34	70	7	3	0	1	10	4	137
Marzo	7.6	12.6	2.6	30	63	6	2	0	1	8	6	192
Abril	9.1	14.1	4.0	47	63	8	2	1	0	4	4	192
Mayo	12.9	18.3	7.5	60	61	10	0	3	1	1	4	232
Junio	17.7	24.1	11.3	38	54	5	0	3	1	0	7	292
Julio	21.6	28.8	14.4	21	46	3	0	2	0	0	14	346
Agosto	21.4	28.3	14.4	21	47	3	0	3	0	0	13	324
Septiembre	17.8	23.8	11.8	30	55	4	0	1	0	0	7	242
Octubre	12.4	17.1	7.7	46	65	7	0	0	1	1	5	172
Noviembre	7.6	11.5	3.6	48	73	8	1	0	2	6	5	130
Diciembre	5.1	8.5	1.6	50	77	8	1	0	4	11	4	107
Año	11.9	17.0	6.7	464	63	76	13	14	14	56	78	2480

-Tabla 3.1.Datos meteorológicos Segovia

T Temperatura media mensual/anual (°C)

TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)

Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)

R Precipitación mensual/anual media (mm)

H Humedad relativa media (%)

DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm

DN Número medio mensual/anual de días de nieve

DT Número medio mensual/anual de días de tormenta

DF Número medio mensual/anual de días de niebla

DH Número medio mensual/anual de días de helada

DD Número medio mensual/anual de días despejados

I Número medio mensual/anual de horas de sol

3.2. EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento elegido para el proyecto se sitúa en el paraje de “Las viñas”, situado al oeste del núcleo urbano, que se corresponde con la parcela nº52 del polígono 001 del plano catastral del municipio. Este paraje consta con diversos elementos de ocio como son un campo de fútbol sala, pistas de arena, así como árboles y un horno de barro, que lo hacen un lugar de ocio y descanso.

Se encuentra cercano al campo de fútbol municipal, encajando así en un entorno deportivo.

Se muestran a continuación algunas imágenes del paraje:



-Figura 3.2. Fuente y campo de futbol sala

Tiene acceso desde el núcleo urbano de la localidad, por el camino del Tejón. Ver plano de situación.



-Figura 3.3. Horno

Véase también plano de situación y plano de emplazamiento en el anexo planos.



4. Descripción del proyecto

4.1. DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En este proyecto se describen y cuantifican estructuralmente y económicamente diferentes opciones para la construcción de un frontón deportivo para su valoración por el Ayuntamiento de la localidad.

Estas opciones son de diversa índole:

- MATERIALES

FABRICA, Ejecución de la envolvente del espacio de juego mediante fábrica de ladrillo

HORMIGÓN, Ejecución de la envolvente del espacio de juego mediante hormigón armado

- DESCUBIERTO/SEMICUBIERTO

DESCUBIERTO, se presenta como opción más básica y por lo tanto más económica, un frontón descubierto.

SEMICUBIERTO, el frontón semidescubierto, se presenta como opción que permitirá la práctica deportiva en los días con condiciones meteorológicas más desfavorables, y para tal opción se presenta la posibilidad de ejecución en dos fases:

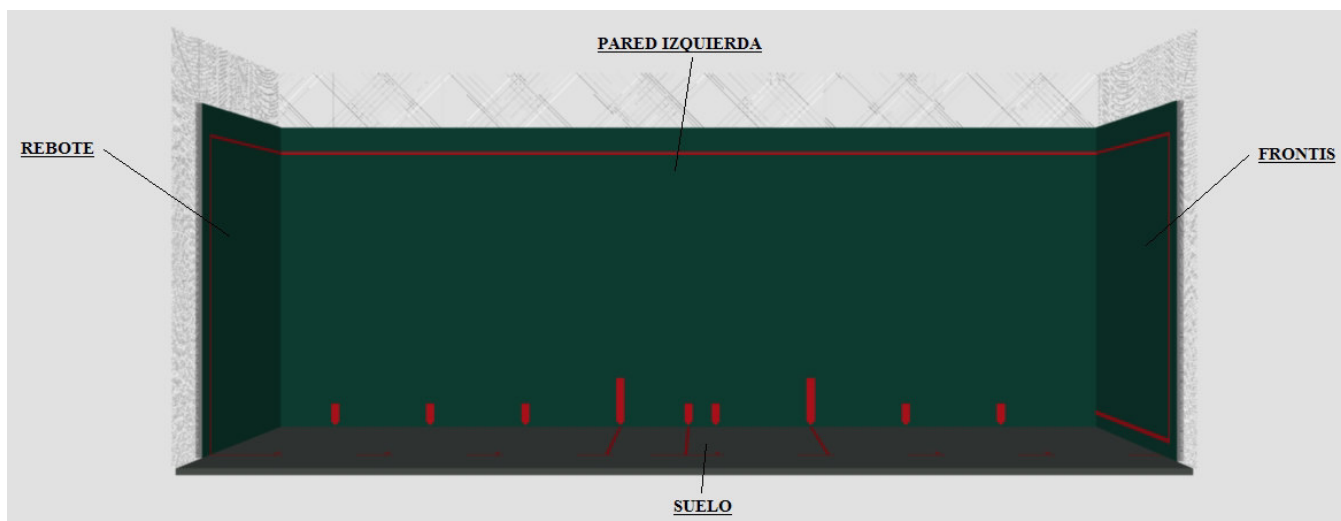
- una primera fase en la que se construiría un frontón descubierto con capacidad de soporte estructural para una cubierta
- una segunda fase en la que se construiría la cubierta del frontón

Esta posibilidad de ejecución en dos fases permitiría al ayuntamiento obtener el presupuesto para cada fase en dos periodos de tiempo.

4.2. DEFINICIÓN DEL ESPACIO DE JUEGO

4.2.1. FRONTÓN DE 30 M DESCUBIERTO. CARACTERÍSTICAS

El espacio de juego consta de tres paredes, el frontis, pared lateral izquierda, y el rebote. Este conjunto de paredes conforma un espacio de juego de 10 m de altura, 10 m de anchura y 30 m de largo.



-Figura 4.1. Frontón. Perspectiva

4.2.2. EL FRONTIS

El Frontis o pared de juego frontal, donde debe rebotar la pelota en cada tanto debe estar construido de tal forma que su comportamiento mecánico al impacto de la pelota sea excelente, de modo que al lanzar la pelota contra dicho paramento, el rebote, la velocidad y trayectoria de salida de la pelota sean francos y rápidos, así como uniformes y proporcionados a las dimensiones de la instalación y coordinados con el comportamiento del resto de paramentos del mismo. Para ello será necesario dotar al Frontis de una superficie con buena resistencia al impacto y que presente una planeidad total.

El Frontis queda constituido por una serie de elementos (pared de juego, pared perimetral, chapa inferior, bajo chapa inferior, y resto de chapas)

Pared de juego:

La pared de juego es la zona del frontis en la que puede impactar la pelota durante el juego. Sus dimensiones son:

- Altura: 9,40 m
- Anchura: 11 m

Pared perimetral:

La pared perimetral es la parte de pared del Frontis que rodea a la pared de juego por su derecha y en la zona superior, y en la que el impacto de la pelota no es válido (pelota mala). Sus dimensiones son:

- Altura: 3 m min.
- Anchura: 3 m min.

Chapa inferior:

La chapa inferior limita la parte inferior de la pared de juego, constituyendo un elemento primordial en el juego. Se coloca en horizontal, con su borde superior a una altura de 0,6 m del



suelo de la cancha, y recorre en su totalidad la anchura de la pared de juego. Según la normativa de instalaciones NIDPV se propone una anchura de 15 cm.

Bajo chapa inferior

La zona del Frontis situada bajo la pared de juego y la chapa inferior se denomina “Bajo chapa inferior”. Sus dimensiones son:

- Altura: 0,45 m.
- Anchura: 11 m.

Resto de chapas

La pared de juego del Frontis se encuentra delimitada, en su parte derecha y en su límite superior, por dos chapas de señalización de falta de una anchura de 10 cm.

La chapa superior estará colocada de forma que su borde inferior esté situado a 10 m de altura del suelo de la cancha.

La chapa lateral derecha estará colocada de forma que su borde izquierdo se encuentre a 11 m de la pared lateral izquierda.

4.2.3. EL REBOTE

El rebote se ubica en la parte trasera del frontón, de forma paralela al Frontis delimitando inequívocamente la zona o cancha de juego. En este paramento rebotarán las pelotas que alcancen a recorrer toda la longitud de la cancha.

El comportamiento mecánico del Rebote debe ser, por tanto, excelente, con acabado superficial uniforme y liso, sin rugosidades, permitiendo perfectamente el resbalamiento de la pelota, mano o herramienta, sin deterioro alguno de la pelota, presentando además una firme respuesta al impacto de la pelota.

El Rebote queda constituido por una serie de elementos (pared de juego, pared perimetral, chapas perimetrales), cuyas características y dimensiones son las que siguen:

Pared de juego

La pared de juego es la zona del Rebote en la que puede impactar la pelota durante el juego. Sus dimensiones son:

- Altura: 10 m
- Anchura: 10 m

Pared perimetral

La pared perimetral es la parte de pared del Rebote que rodea a la pared de juego por su izquierda, y en la zona superior. Sus dimensiones son:

- Altura: 3 m min.
- Anchura: 4 m min.



Chapas perimetrales

La pared de juego del Rebote se limita en su parte izquierda y en su límite superior por dos chapas de señalización de falta, de una anchura de 10 cm.

La chapa superior estará colocada de forma que su borde inferior esté situado a 10 m de altura del suelo de la cancha.

La chapa lateral izquierda estará colocada de forma que su borde derecho se encuentre a 10 m de la pared lateral.

4.2.4. LA PARED IZQUIERDA

La Pared Izquierda es el paramento vertical donde la pelota de juego debe impactar directamente en determinadas jugadas, o resbalar en el caso de que antes haya impactado en el Frontis. El comportamiento mecánico debe ser por tanto excelente, con acabado superficial uniforme y liso, sin rugosidades, permitiendo directamente el resbalamiento de la pelota, mano o herramienta sin deterioro alguno de la pelota, y además deben tener una firme respuesta al impacto de la pelota.

La pared lateral queda constituida por una serie de elementos (pared de juego, pared perimetral, pared perimetral, chapa superior y cuadros y líneas de señalización) cuyas características y dimensiones son las que siguen:

Pared de juego:

La pared de juego es la zona de la pared lateral en la que puede impactar la pelota durante el juego. Sus dimensiones son:

- Altura: 10 m.
- Longitud: 30 m.

Pared perimetral:

La pared perimetral es la parte de pared del rebote, que rodea a la pared de juego por su izquierda y en la zona superior. Sus dimensiones son:

- Altura: 3 m mínimo

Chapa superior:

La pared de juego de la pared lateral se encuentra delimitada, en su parte superior, por una chapa de señalización de falta, de una anchura de 10 cm.

La chapa superior estará colocada de forma que su borde inferior esté situado a 10 metros de altura del suelo, de la cancha.

Cuadros o líneas de señalización

La pared de la izquierda recibirá unas líneas de señalización (cuadros), numerados correlativamente, desde el frontis hacia la pared de rebote, con una separación de 3,50 metros. La



anchura de las líneas de señalización será de 30 cm. La altura de los cuadros de Falta y Pasa será de 180 cm. mientras que el resto de cuadros tendrá una altura de 85 cm.

4.2.5. EL SUELO

El suelo de un frontón se compone de Cancha y Contracancha. El suelo de la cancha o zona donde la pelota puede botar debe ser homogéneo y liso, permitiendo así el bote regular de la pelota en toda su superficie. Su respuesta mecánica debe ser firme, de tal forma que la pelota al impactar en ella no pierda velocidad, y su bote, cuando la pelota viene con velocidad, sea franco, bajo y rápido.

El grado de adherencia del pavimento debe garantizar la estabilidad permanente del jugador, ya que un pavimento excesivamente pulido puede implicar constantes resbalones de los pelotaris.

La Contracancha es la zona adyacente a la Cancha, en la que la pelota no debe botar. No obstante, en ella se desarrolla parte del juego, ya que el jugador debe desplazarse a menudo fuera de los límites de la cancha, por tanto a la contracancha, para golpear la pelota.

El suelo del frontón contiene la Cancha, la Contracancha, la chapa de separación entre ambas, y las líneas de señalización.

La Cancha

Queda delimitada por el Frontis, el Rebote, la Pared Lateral y la Contracancha. Sus dimensiones son:

- Longitud: 30 m.
- Anchura: 10 m.

La Contracancha

La Contracancha, delimita por la derecha a la Cancha de juego, es una zona en la que no puede botar la pelota durante el juego, pero que puede ser utilizada por los pelotaris para sus desplazamientos y el golpeo de la pelota. Sus dimensiones son:

- Longitud: 30 m.
- Anchura: 4 m.

Chapa o línea cancha-contracancha

La chapa o línea Cancha-Contracancha es la línea de señalización que marca la separación entre la cancha y la Contracancha, no siendo válido el bote en la chapa.

De 10 cm de anchura, se colocará paralela a la pared lateral y a 10 metros de separación de ésta.

Líneas de señalización:

En el suelo de la cancha, y coincidiendo con los cuadros marcados en la pared lateral izquierda, se realizarán las marcaciones de las líneas de señalización, según se indican en los planos del anexo, con una anchura de 8 cm., salvo las líneas de Saque, Falta, y Pasa, cuya anchura será de 10 cm.

Véase también Anexo planos



4.3. MATERIALES

Paredes

Las paredes verticales (el Frontis, el Rebote, y la Pared de la Izquierda) se constituyen principalmente de dos elementos: el soporte y el revestimiento de acabado.

Las principales soluciones para el soporte son las que siguen:

1. Pared de fábrica tradicional recibida con mortero de cemento,
2. Pared de hormigón, efectuado mediante hormigonado in-situ

Para el revestimiento existen dos opciones principales y tradicionalmente empleadas:

1. En caso de pared de fábrica, revestimiento de mortero.
2. En caso de pared de hormigón visto, terminación en pintura (se aconseja siempre un repaso de la superficie del hormigón mediante pulimentado previo al pintado).

En ambos casos, se debe garantizar una textura de la pared lisa, homogénea y muy resistente al impacto.

Pared resistente con revestimiento de mortero de cemento.

Se puede optar por dos posibilidades de revestimiento: monocapa o bicapa.

- Revestimiento monocapa.

La base soporte debe tener una resistencia a la adherencia de 2-2.5 N/mm². Siempre se debe partir de una superficie texturada de poro abierto para la aplicación de los morteros. En el caso de muros de hormigón, chorrear la superficie con proyección de arena para favorecer la posterior adherencia del revestimiento.

Se debe efectuar una limpieza completa del soporte y posterior humectación del mismo hasta saturación. A continuación, se efectuará un bruñido fino, a paños alternos, con mortero, tipo Sika TOP 121 aplicado con llana y, estando el lucido sin terminar de fraguar, regularizado con llana de esponja humedecida. Se retirarán las maestras de los paños ejecutados previamente a la realización de los paños intermedios.

- Revestimiento bicapa.

Al igual que la solución anterior, siempre se debe partir de una superficie texturada de poro abierto para la aplicación de los morteros. Si la base soporte es de hormigón chorrear la superficie con proyección de arena para favorecer la posterior adherencia del revestimiento.

Se debe efectuar una limpieza completa del soporte, y posterior humectación del mismo hasta saturación. A continuación, se efectuará un enfoscado maestreado, con maestras metálicas, a paños alternos, con mortero tipo Sika MONOTOP 612.

Se retirarán las maestras de los paños ejecutados previamente a la realización de los tramos intermedios. Se puede aplicar por medios mecánicos o manuales.



A continuación, y previamente a la aplicación de la segunda capa del revestimiento, se procederá a una nueva humectación del soporte hasta saturación, efectuando después un bruñido fino con mortero, tipo Sika MONOTOP 620 aplicado con llana y, estando el lucido sin terminar de fraguar, regularizado con llana de esponja humedecida.

Pared de hormigón visto

En caso de seleccionar un muro de hormigón visto, deberá ejecutarse un muro en hormigón armado visto de 25 cm de espesor como mínimo, formado por:

- Hormigón armado HA-25/B/20/IIA, resistencia mínima 25 N/mm^2 a los 28 días, consistencia Blanda, $T_{\text{máx}}$ del árido de 20 mm., para un ambiente normal (IIa, humedad alta); elaborado en central (contenido mínimo de cemento 300 kg/m^3 , máxima relación agua/cemento de 0.60).
- Armadura en acero corrugado B-500 SD para barras y B-500 T para mallazos (Límite elástico 500 N/mm^2 , cuantía de acero y disposición según planos y cálculos de proyecto)

El muro recibirá un encofrado a dos caras para quedar visto por una cara, de forma que resulte un acabado liso, sin resaltes ni irregularidades. Es importantísimo garantizar la planeidad del muro.

Se debe comprobar su estado y casi siempre es preciso realizar un pulido de la totalidad de la superficie. De esta forma se eliminan errores y se iguala la textura de toda la superficie, previamente a los trabajos de pintura.

En todos los casos se rematará con tres manos, como mínimo, de pintura antihumedad y antideslizante a base de resinas sintéticas, tipo Ultrafix.

Suelo

El suelo del Frontón, tanto en la cancha como en la contracancha, se basa en una solera de soporte, que conforma la base del suelo y un pavimento de resinas tipo epoxi, cuyo acabado puede variar según se quiera generar una superficie más o menos deslizante.

La Cancha

La base del pavimento de la cancha será una solera de hormigón pavimentable de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de resistencia mínima HA-25 N/mm^2 . Tamaño máximo del árido 20 mm., y consistencia Blanda, armada con mallazo, sobre una capa de arena de 2 cm. de espesor en caso de sub-base de enchado de gravas, y láminas de polietileno bajo solera en cualquier tipo de sub-base.

La solera deberá recibir las correspondientes juntas de dilatación en perímetro y de retracción en la superficie.

Se ejecutará una terminación talochada y fratasada mecánicamente para posteriormente ejecutar el revestimiento.



A continuación, se ejecutará la pavimentación de la Cancha, con un revestimiento de resinas, que conferirá a la solera un acabado liso, homogéneo y resistente al impacto, a la vez que dotará al suelo del agarre necesario para evitar resbalones de los jugadores.

El pavimento de resinas se basa en la puesta en obra de un sistema de 2 componentes epoxi, de espesor variable según el estado de la superficie, compuesto por:

- Una base soporte, con una resistencia a compresión mínima de 25 N/mm², y 1.5 N/mm² de resistencia a tracción.
- Una capa de imprimación y capa base mediante epoxi de 2 componentes.
- Una Capa de acabado mediante ligante epoxi de 2 componentes.

Para aportar un mayor o menor grado de resbalamiento se puede combinar con arena de espolvorear para mejorar la adherencia de la capa de acabado fino.

El material previsto para el suelo de la Contracancha será el mismo que en la cancha.

Malla metálica

El objetivo de los mallados metálicos que delimitan las paredes verticales del frontón, es amortiguar el golpe de la pelota de forma que, tanto por su trayectoria como por el sonido, quede claramente determinado que haya impactado en una zona no válida para el juego.

La malla metálica estará realizada con malla galvanizada en caliente de 35 x 35 mm. de luz máxima en simple torsión romboidal o entrelazado cuadrado, con un alambre de 3 mm. de diámetro mínimo, sustentada por una estructura auxiliar de postes de acero.

Chapas

Las chapas serán de acero atornilladas a la pared, con un cierto grado de movilidad de forma que se produzca un fuerte sonido al impacto de la pelota.

Acabados. Pinturas. Líneas y marcas.

Es necesario que el color de las paredes, contraste perfectamente con la pelota de juego, permitiendo así su perfecta visión, tanto por el jugador como por el público.

A continuación se enumeran los colores, líneas y marcas de las partes enumeradas anteriormente:

- Paredes de juego: Verde oscuro RAL 6005. (Coordenadas cromáticas: L=41, a=-16, b=-2)
- Pared perimetral, bajo chapa inferior: Verde oscuro RAL 6005. (Coordenadas cromáticas: L=41, a=-16, b=-2) o Azul RAL 5015 (Coordenadas cromáticas: L=45, A=10, B=-16).
- Chapa inferior, Chapas perimetrales, Chapa superior, Cuadros o líneas de señalización: Rojo RAL 3020 (Coordenadas cromáticas: L=50, A=10, B=10).

Para el suelo:

- La Cancha y contracancha: quedarán terminadas en color gris oscuro RAL 7043 (Gris tráfico B) o Negro RAL 9005.
- La Chapa o línea cancha-contracancha y las líneas de señalización se efectuarán en color Rojo RAL 3020 (Coordenadas cromáticas: L=50, A=10, B=10)

El brillo deberá estar comprendido entre el 20% y el 25%, medido con un ángulo de 60°. La dureza de la pintura deberá ser superior a 3H ó 250 PERSOZ. La adherencia deberá ser superior a la normativa GT0 ó 20 kg/cm.

4.4 DEFINICIÓN ESTRUCTURAL

4.4.1. OPCIÓN DESCUBIERTO

Para la opción de frontón descubierto, se ha definido tres muros de 30 cm de espesor que forman el frontis de dimensiones 12 m largo x 11 m de altura, pared lateral de la izquierda de dimensiones 30 m de largo x 11 m de altura y el rebote de dimensiones 11 m de largo x 11 m de altura.

Estos muros, tanto para la opción de fábrica como de hormigón armado, se sostienen sobre una cimentación de zapata corrida de dimensiones 80 cm de ancho x 30 cm de profundidad para la opción de fábrica y 90 cm de ancho x 30 cm de profundidad.

Se muestra a continuación una figura a modo ilustrativo:

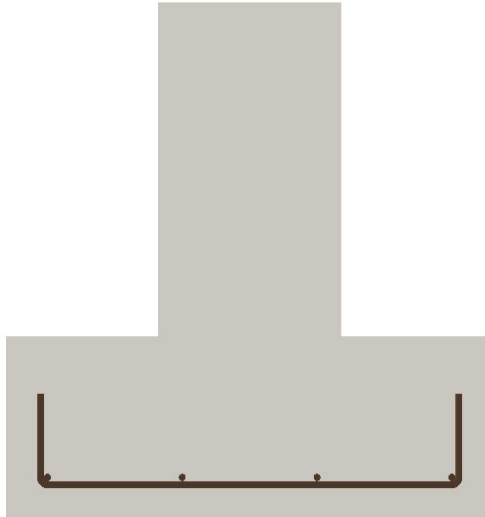


-Figura 4.2. Frontón descubierto

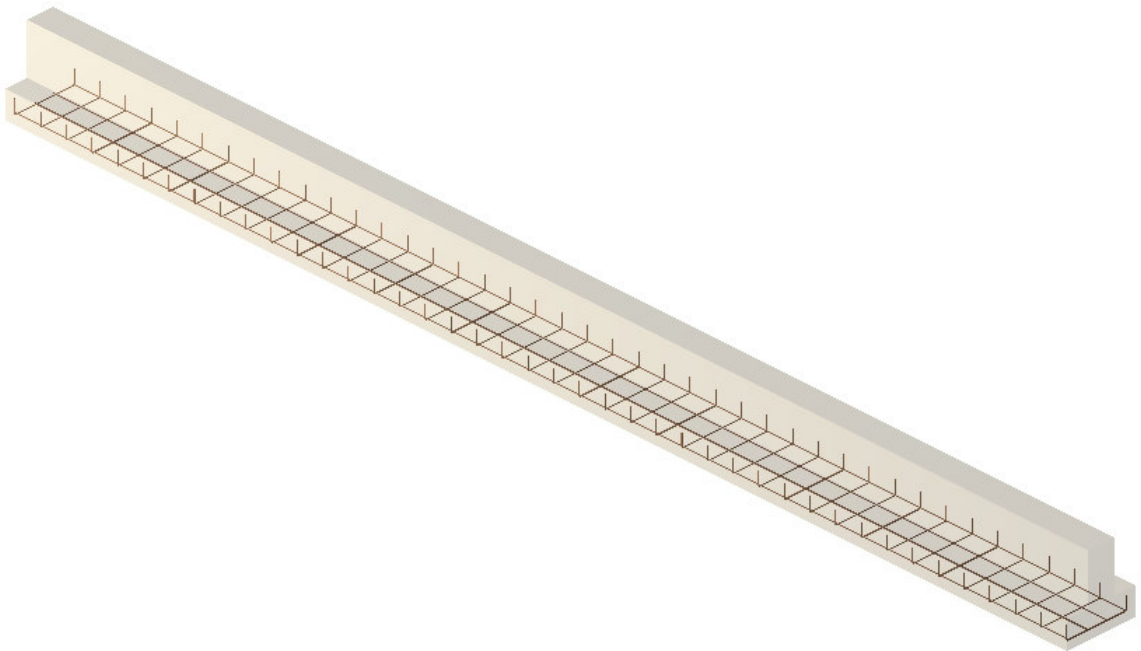
Con la ayuda del software CypeCAD, se han definido de esta manera las paredes y se ha realizado el cálculo estructural de acuerdo con el CTE.

Para la opción de muro de fábrica, se ha definido la siguiente cimentación:

- Armadura inferior que consta de armadura longitudinal y armadura transversal con patilla. Se muestran a continuación dos figuras a modo ilustrativo:



-Figura 4.3. Alzado Zapata Opción Muro Fábrica

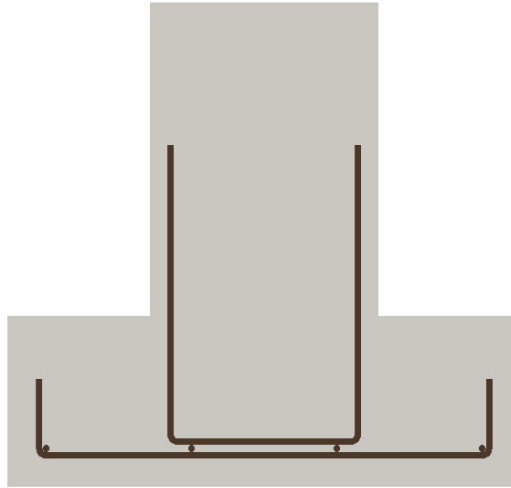


-Figura 4.4. Vista 3D. Zapata Opción Muro Fábrica

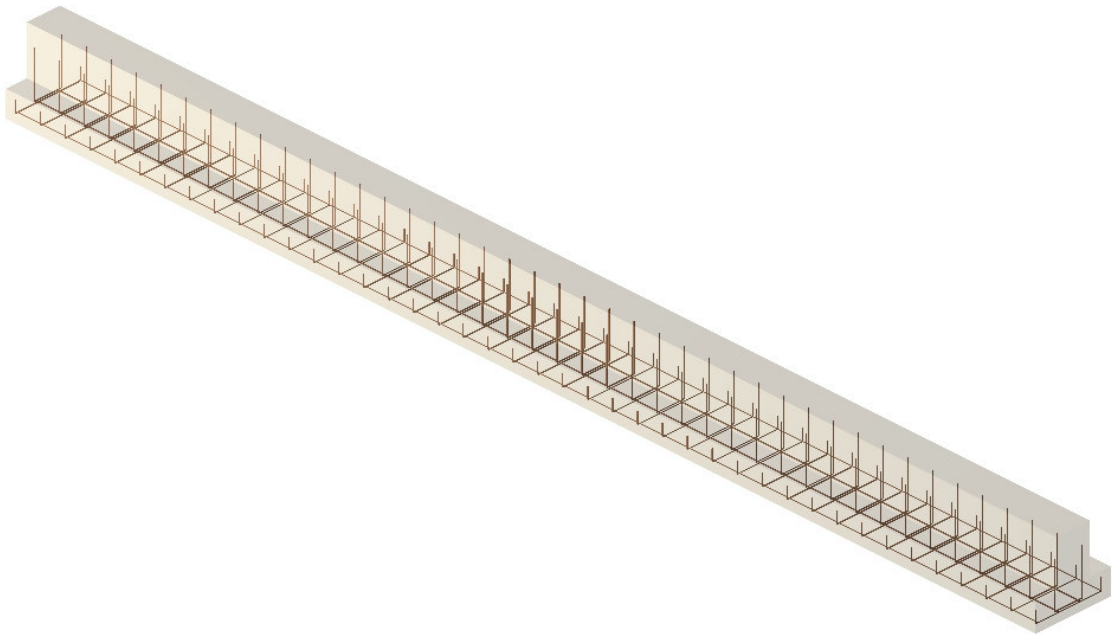
Para la opción de muro de hormigón armado, se ha definido el muro de 30 mm de espesor con dos armaduras equidistantes con respecto al eje del muro. El muro consta de armadura vertical y armadura horizontal.

La cimentación definida para esta opción consta de armadura inferior, armadura transversal y la armadura del arranque del muro.

Se muestran a continuación dos figuras a modo ilustrativo:



-Figura 4.5 Alzado Zapata Opción Muro de Hormigón



-Figura 4.6. Vista 3D Opción Muro de Hormigón

En el anexo cálculos, se muestran los resultados obtenidos mediante el software de CYPECAD.

Para mayor detalle ver anexo planos.

4.4.2. OPCIÓN SEMICUBIERTO

La opción semicubierto, se plantea su ejecución en dos fases, Fase I como un frontón descubierto y Fase II en la que se realiza la cubierta.

FASE I

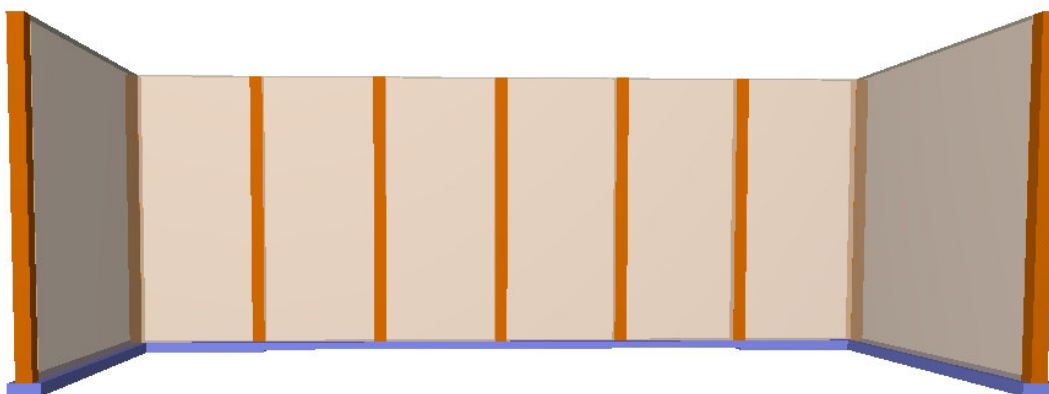
El frontón descubierto de la Fase I difiere del anteriormente descrito en que tiene que tener una capacidad portante para la cubierta a realizar en la Fase II por lo que se le ha dotado de una estructura más reforzada.

Al igual que el anterior, consta de tres muros de 30 cm de espesor mínimo, que forman el frontis de dimensiones 12 m largo x 11 m de altura, pared lateral de la izquierda de dimensiones 30 m de largo x 11 m de altura y el rebote de dimensiones 11 m de largo x 11 m de altura.

En el frontis y en el rebote se han definido pilares de hormigón armado en los extremos a lo largo de la elevación de todo el muro de sección 500 mm x 500 mm que sirven a modo de contrafuertes y refuerzan la estructura.

En la Pared de la izquierda se han definido pilares de hormigón armado cada 5 m a lo largo de la elevación de todo el muro de sección 500 mm x 500 mm que sirven a modo de contrafuerte, reforzando la estructura y sirviendo también como apoyo para la estructura de la cubierta.

Se muestra a continuación una figura a modo ilustrativo:

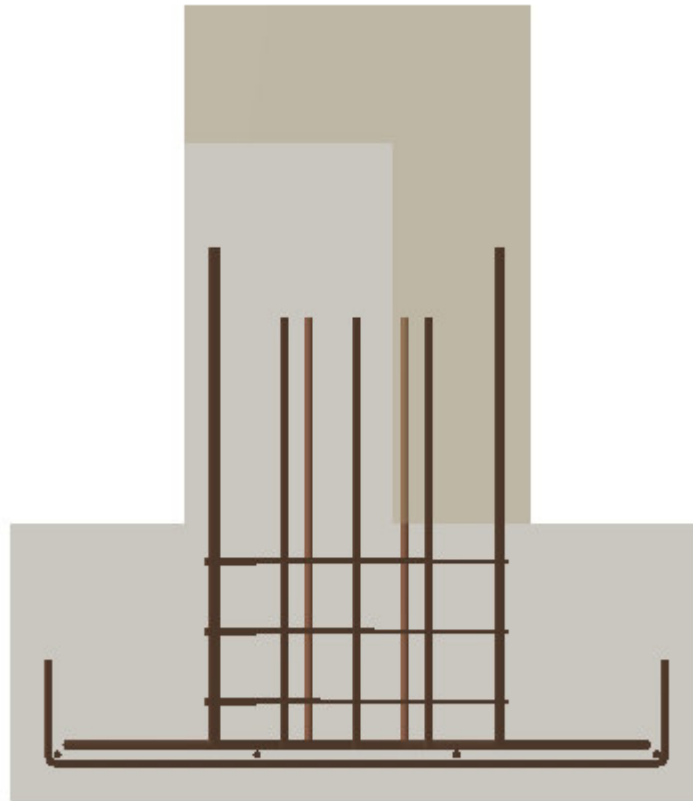


-Figura 4.7. Frontón semicubierto Fase I

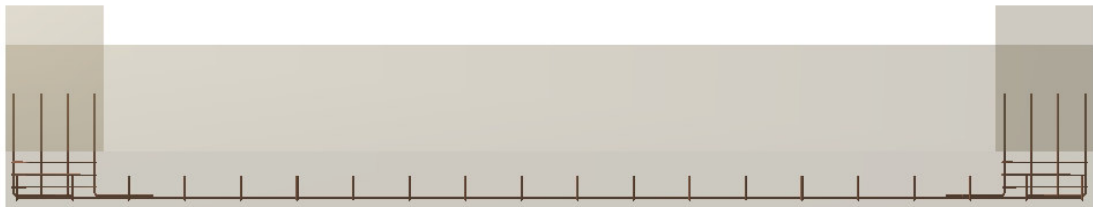
El conjunto muro y pilares se sostienen sobre una cimentación de zapata corrida, con armadura inferior y el solape de los pilares.

Con la ayuda del software CypeCAD, se han definido de esta manera las paredes y se ha realizado el cálculo estructural de acuerdo con el CTE.

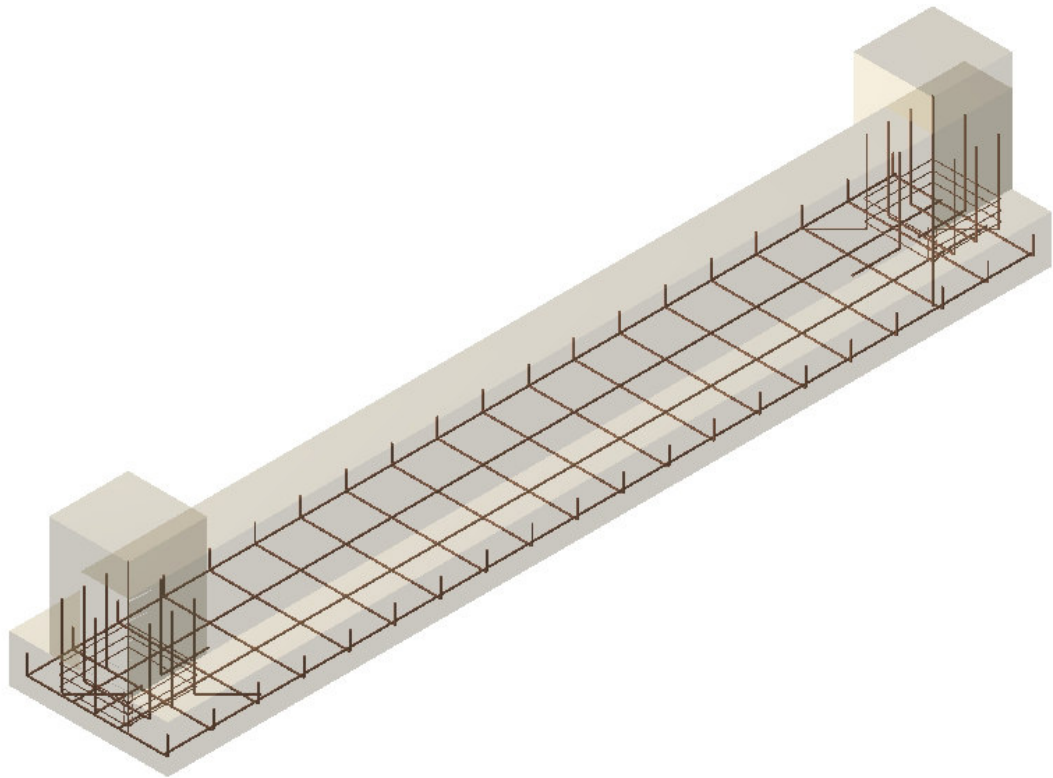
Se muestran a continuación unas imágenes a modo ilustrativo de los resultados obtenidos a partir de CypeCAD. Para más detalle, consultar anejo de cálculos y planos.



-Figura 4.8. Alzado zapata Frontón semicubierto Fase I Opción Fábrica



-Figura 4.9 Perfil zapata Frontón semicubierto Fase I Opción Fábrica

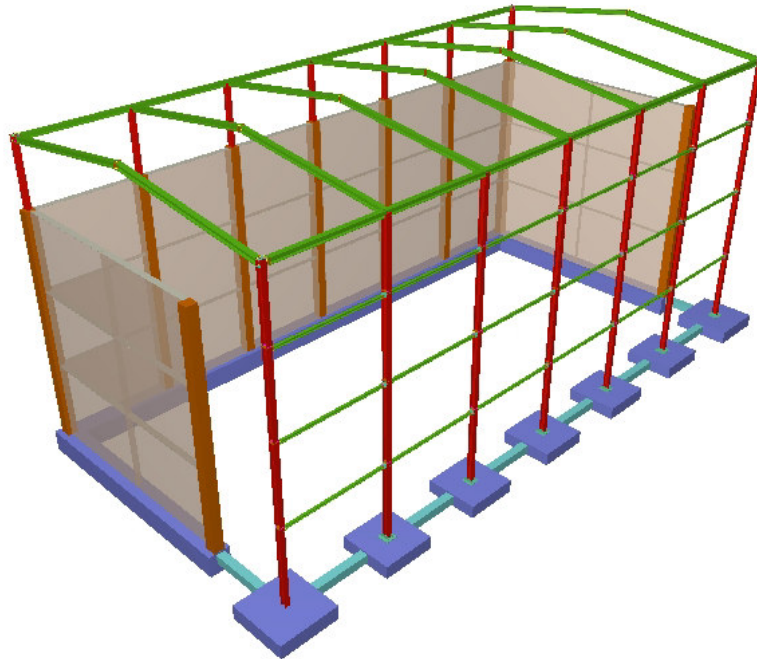


-Figura 4.10. Vista 3D zapata Frontón semicubierto Fase I Opción Fábrica

FASE II

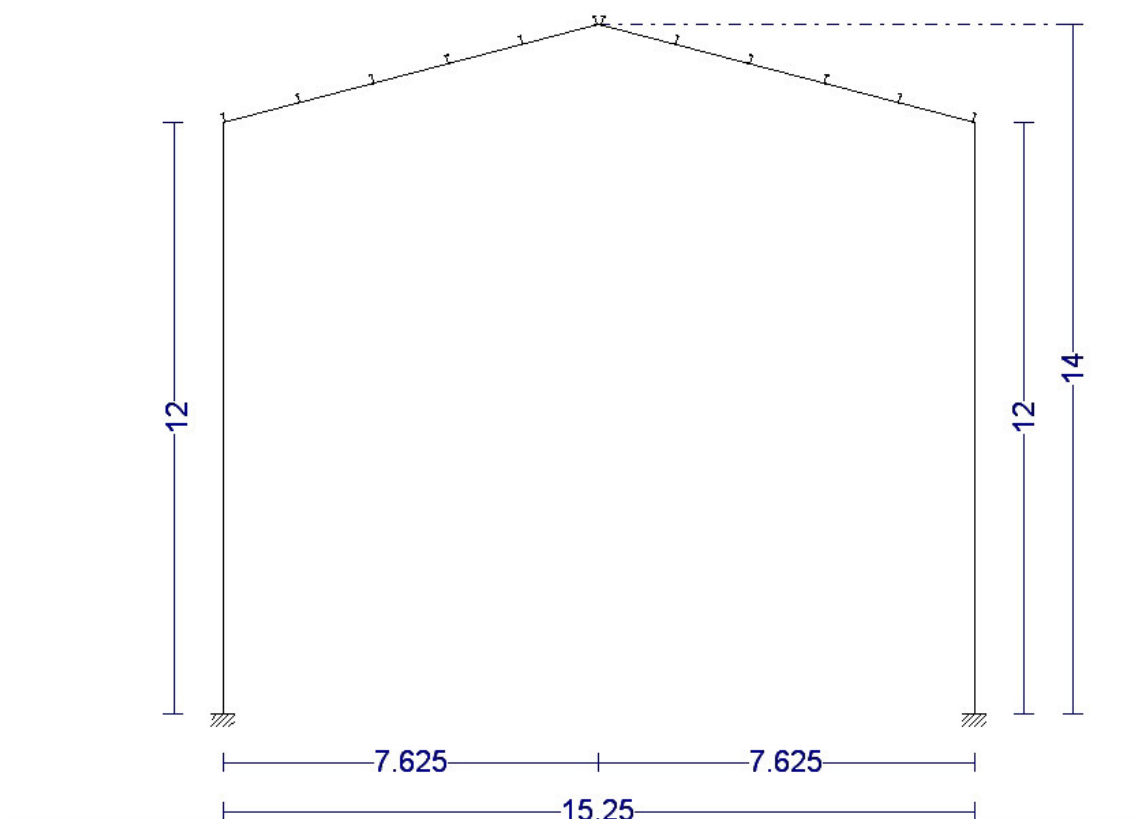
La Fase II consiste en la realización de la cubierta del frontón. La cubierta se ha definido por 12 pórticos que se apoyan por un lado en los pilares de la pared izquierda definidos en la Fase I y por el otro en zapatas aisladas.

Se muestra a continuación una imagen a modo ilustrativo.



-Figura 4.11. Frontón semicubierto Fase II

La cubierta consta de 7 pórticos en vanos de 5 m. Sobre cada pórtico se apoyan las correas que donde se fija el cerramiento a dos aguas de chapa ondulada galvanizada. Se muestra a continuación una imagen con las dimensiones del pórtico:



-Figura 4.12. Pórtico Frontón semicubierto Fase II

Las correas se disponen con una separación de 1.5 m y el perfil calculado es un perfil IPE-180.

En el anexo cálculos, se muestran los resultados obtenidos mediante la aplicación generador de pórticos de CYPECAD. Para mayor detalle ver anexo planos.

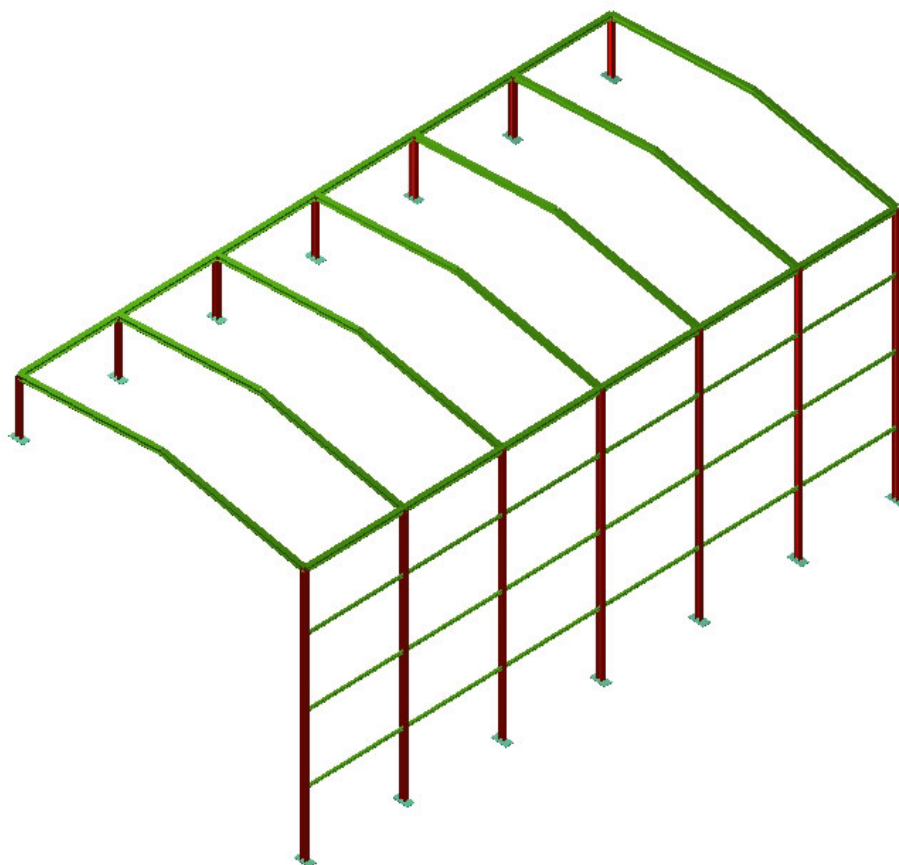
El perfil seleccionado para los pilares y las vigas es un HE 240 B.

Dada la esbeltez de las vigas del lado que apoya en el suelo se han dispuesto tres vigas equidistantes entre pórticos de perfil HE120 B.

Las vigas de ambos lados se unen al hormigón mediante placas de anclaje.

La estructura de la cubierta se ha calculado mediante el software CYPECAD con la aplicación NM3D.

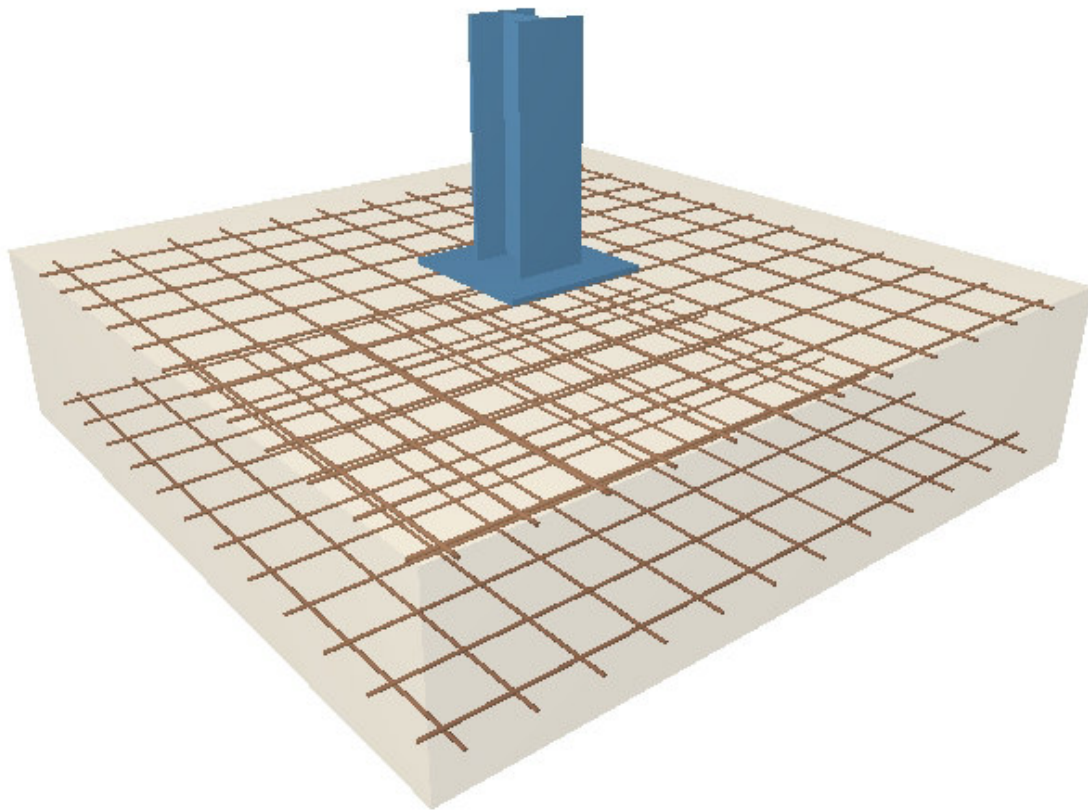
Se muestra a continuación una imagen de la estructura para mayor claridad:



-Figura 4.13. Estructura cubierta Frontón semicubierto Fase II

En el anexo cálculos, se muestran los resultados obtenidos. Para mayor detalle ver anexo planos. Los pilares del lado opuesto a la pared lateral izquierda, se apoyan en zapatas cuadradas de hormigón armado. Las dimensiones de las zapatas son de unos 225 a 265 cm de lado y profundidad de 55 a 75 cm. El armado para las zapatas está formado por una parrilla inferior y otra superior, ambas con un armado en X e Y de redondos.

Se muestra a continuación una imagen a modo ilustrativo:



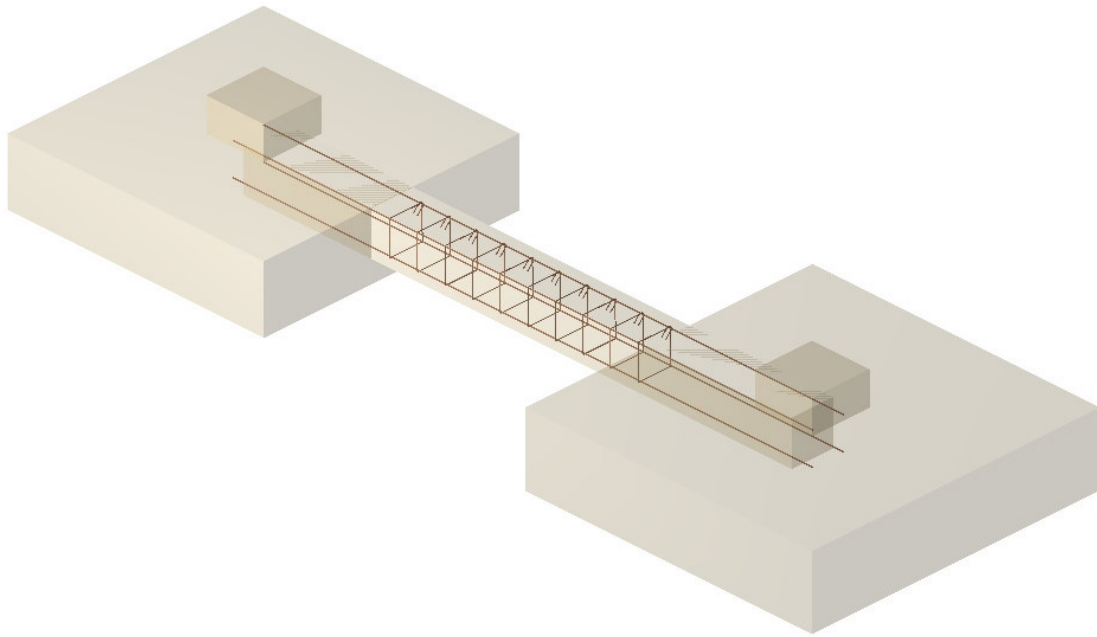
-Figura 4.14. Cimentación Frontón semicubierto Fase II

Uniando las zapatas aisladas y la cimentación de la Fase I, se han dispuesto vigas de atado de sección 40 cm x 40 cm, de hormigón armado.

El armado de las vigas de atado consta de:

- Armado superior de redondos de diámetro 12 mm
- Armado inferior de redondos de diámetro 12 mm
- Estribos de 8 mm de diámetro cada 30 cm

Se muestra a continuación una imagen a modo ilustrativo:



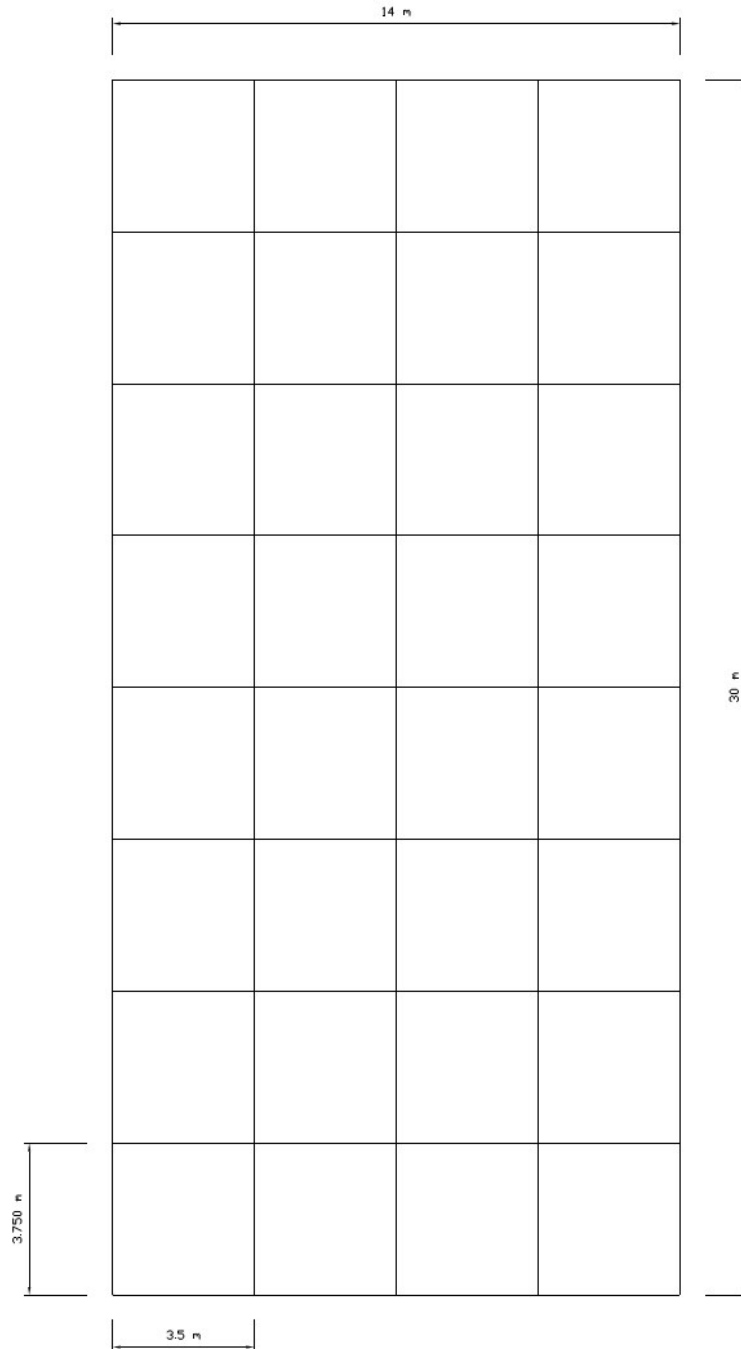
-Figura 4.15. Vigas de atado Frontón semicubierto Fase II

En el anexo cálculos, se muestran los resultados obtenidos. Para mayor detalle ver anexo planos.

PAVIMENTO

Para el pavimento del frontón se ha seleccionado una solución típica, sub-base de zahorra de unos 20cm y una solera de hormigón HA-20 de 20cm de espesor armada con un mallazo 150x150x6 en el tercio superior. Para evitar fisuras, se realizará un serrado de juntas describiendo una cuadrícula de no más de 5 m de lado. Se ha seleccionado 3.75 x 3.5 como se ve en la figura siguiente:

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



-Figura 4.16. Disposición de juntas en pavimento



5. Justificación del CTE-DB-SE

5.1. CUMPLIMIENTO DEL DB SE (SEGURIDAD ESTRUCTURAL)

La estructura se ha calculado siguiendo los DBs siguientes:

- DB-SE Bases de cálculo
- DB-SE-AE Acciones en la edificación
- DB-SE-C Cimientos
- DB-SE-A Acero

Se han tenido en cuenta además las especificaciones de la normativa:

- EHE Instrucción de hormigón estructural

5.2. CUMPLIMIENTO DEL DB-SE BASES DE CÁLCULO

La estructura se ha analizado y dimensionado frente a los estados límite, que son aquellas situaciones para las que de ser superadas puede considerarse que la edificación no cumple alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido

SE 1. RESISTENCIA Y ESTABILIDAD

La estructura se ha calculado frente a los **estados límite últimos**, que son los que de ser superados constituyen un riesgo para las personas ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo.

En general se han considerado los siguientes:

- a) Pérdida de equilibrio de la edificación, o de una parte estructuralmente independiente, considerándola como cuerpo rígido.
- b) Fallo por deformación excesiva, transformación de la estructura o parte de ella en un mecanismo, rotura de sus elementos estructurales (incluidos los apoyos y la cimentación) o de sus uniones, o inestabilidad de elementos estructurales incluyendo los originados por efectos dependientes del tiempo (corrosión, fatiga)

Las verificaciones de los estados límite últimos que aseguran la capacidad portante de la estructura, establecidos en el DB-SE 4.2, son los siguientes:

Se ha comprobado que hay suficiente resistencia a la estructura portante, de todos los elementos estructurales, secciones, puntos y uniones entre elementos, porque para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la condición:



$$Ed \leq Rd$$

Ec 5.1.

Siendo:

Ed : valor de cálculo del efecto de las acciones

Rd : valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Se ha comprobado que hay suficiente estabilidad del conjunto del edificio y de todas las partes independientes del mismo, porque para todas las situaciones de dimensionado pertinentes se cumple la condición:

$$Ed_{dst} \leq Ed_{stb}$$

Ec 5.2.

Siendo:

Ed_{dst} : valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras.

Ed_{stb} : valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras.

SE 2. APTITUD AL SERVICIO.

La estructura se ha calculado frente a los estados límite de servicio, que son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento del edificio o a la apariencia de la construcción.

Los estados límite de servicio pueden ser reversibles e irreversibles. La reversibilidad se refiere a las consecuencias que excedan los límites especificados como admisibles, una vez desaparecidas las acciones que las han producido. En general se han considerados los siguientes:

- Las deformaciones (flechas, asientos o desplomes) que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios o al funcionamiento de las instalaciones
- Las vibraciones que causen una falta de confort a los usuarios o que afecten a la funcionalidad de la obra
- Los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra

Las verificaciones de los estados límite de servicio, que aseguran la aptitud al servicio de la estructura, han comprobado su comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones y el deterioro, porque se cumple para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto en el DB-SE 4.3.

5.3. CUMPLIMIENTO DEL DB-SE-AE. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN.

Las acciones sobre la estructura para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural, capacidad portante (resistencia y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE se han determinado con los valores dados en el DB-SE-AE.



5.4. CUMPLIMIENTO DEL DB-SE-C CIMIENTOS.

El comportamiento de la cimentación en relación a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) se ha comprobado frente a los estados límite últimos asociados con el colapso total o parcial del terreno o con el fallo estructural de la cimentación. En general se han considerado los siguientes:

- pérdida de la capacidad portante del terreno de apoyo de la cimentación por hundimiento, deslizamiento o vuelco
- pérdida de la estabilidad global del terreno en el entorno próximo a la cimentación
- pérdida de la capacidad resistente de la cimentación por fallo estructural.
- fallos originados por efectos que dependen del tiempo (durabilidad del material de la cimentación, fatiga del terreno sometido a cargas variables)

Las verificaciones de los estados límite últimos, que se aseguran la capacidad portante de la cimentación, son las siguientes:

En la comprobación de estabilidad, el equilibrio de la cimentación (estabilidad al vuelco o estabilidad frente a la subpresión se ha verificado, para las situaciones de dimensionado pertinentes, cumpliendo la condición:

$$Ed_{dst} \leq Ed_{stb} \quad \text{Ec. 5.3.}$$

Siendo:

Ed_{dst} : valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras.

Ed_{stb} : valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras.

En la comprobación de resistencia, la resistencia local y global del terreno se ha verificado para las situaciones de dimensionado pertinentes, cumpliendo la condición:

$$Ed \leq Rd \quad \text{Ec 5.4.}$$

Siendo:

Ed : el valor de cálculo del efecto de las acciones.

Rd : el valor de cálculo de la resistencia del terreno.

La comprobación de la resistencia de la cimentación como elemento estructura se ha verificado cumpliendo que el valor de cálculo de las acciones de la edificación y del terreno sobre la cimentación no supera el valor de cálculo de la resistencia de la cimentación como elemento estructural.

El comportamiento de la cimentación en relación a la aptitud al servicio se ha comprobado frente a los estados límite de servicio, asociados con determinados requisitos impuestos a las deformaciones del terreno por razones estéticas y de servicio. En general se han considerado los siguientes:

- los movimientos excesivos de la cimentación que pueden inducir esfuerzos y deformaciones anormales en el resto de la estructura que se apoya en ellos, y que aunque no lleguen



a romperla afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de las instalaciones.

- las vibraciones que al transmitirse a la estructura pueden producir falta de confort en las personas o reducir su eficacia funcional.
- los daños o el deterioro que pueden afectar negativamente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

La verificación de los diferentes estados límite de servicio que aseguran la aptitud al servicio de la cimentación, es la siguiente:

El comportamiento adecuado de la cimentación se ha verificado para las situaciones de dimensionado pertinentes, cumpliendo la condición:

$$E_{ser} \leq C_{lim} \quad \text{Ec.5.5.}$$

Siendo:

E_{ser}: el efecto de las acciones

C_{lim}: el valor límite para el mismo efecto.

Los diferentes tipos de cimentación requieren, además, las siguientes comprobaciones y criterios de verificación, relacionados más específicamente con los materiales y procedimientos de la construcción empleados.

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Para las excavaciones se deben tener en cuenta las consideraciones del DB-SE-C 7.2 y en los estados límite últimos de los taludes se han de considerar las configuraciones de inestabilidad que puedan resultar relevantes; en relación a los estados límite de servicio, se deben comprobar que no se alcanzan en las estructuras, viales y servicios del entorno de la excavación.

En el diseño de los rellenos, en relación la selección del material y a los procedimientos de colocación y compactación, se deben tener en cuenta las consideraciones del DB-SE-C 7.3, que se deberán seguir también durante su ejecución.

En la gestión del agua, en relación al control del agua freática (agotamientos y rebajamientos) y al análisis de las posibles inestabilidades de las estructuras enterradas en el terreno por roturas hidráulicas (subpresión, sifonamiento, erosión interna o tubificación) se han tenido en cuenta las consideraciones del DB-SE-C 7.4 y se deberán seguir durante la ejecución.

5.5. CUMPLIMIENTO DE DB-SE-A. ACERO.

En relación a los estados límite se han verificado los definidos con carácter general en el DB-SE 3.2:

- estabilidad y la resistencia (estados límite últimos)
- aptitud al servicio



En la comprobación frente a los estados límite últimos se ha analizado y verificado ordenadamente la resistencia de las secciones, de las barras y de las uniones, según la exigencia básica SE-1, en concreto según los estados límite generales del DB-SE-4.2.

El comportamiento de las secciones en relación a la resistencia se ha comprobado frente a los estados límite últimos siguientes:

- tracción
- corte
- compresión
- flexión
- torsión
- flexión compuesta sin cortante
- flexión y cortante
- flexión, axial y cortante
- cortante y torsión
- flexión y torsión

El comportamiento de las barras en relación a la resistencia se ha comprobado frente a los estados límite últimos siguientes:

- tracción
- compresión
- flexión
- flexión y tracción
- flexión y compresión

El comportamiento de las uniones en relación a la resistencia se ha comprobado las resistencias de los elementos que componen cada unión según SE-A 8.5 y 8.6, y en relación a la capacidad de rotación se han seguido las consideraciones de SE-A 8.7.

La comprobación frente a los estados límite de servicio se ha analizado y verificado según la exigencia básica SE-2, en concreto según los estados y valores límite establecidos en el DB-SE 4.3.

El comportamiento de la estructura en relación a la aptitud al servicio se ha comprobado frente a los estados límite de servicio siguientes:

- deformaciones, flechas y desplomes
- vibraciones
- deslizamiento de uniones

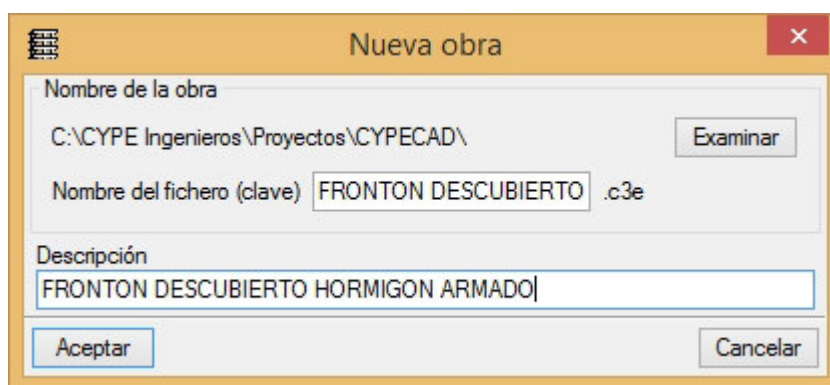
6. Cálculo estructural en CYPECAD

6.1. INTRODUCCIÓN

El estudio estructural del proyecto se ha realizado utilizando el software CypeCAD.

6.2. GENERACIÓN DE LA OBRA

Para todas las opciones se ha realizado una obra nueva en CypeCAD, desde *Archivo->Nuevo*:



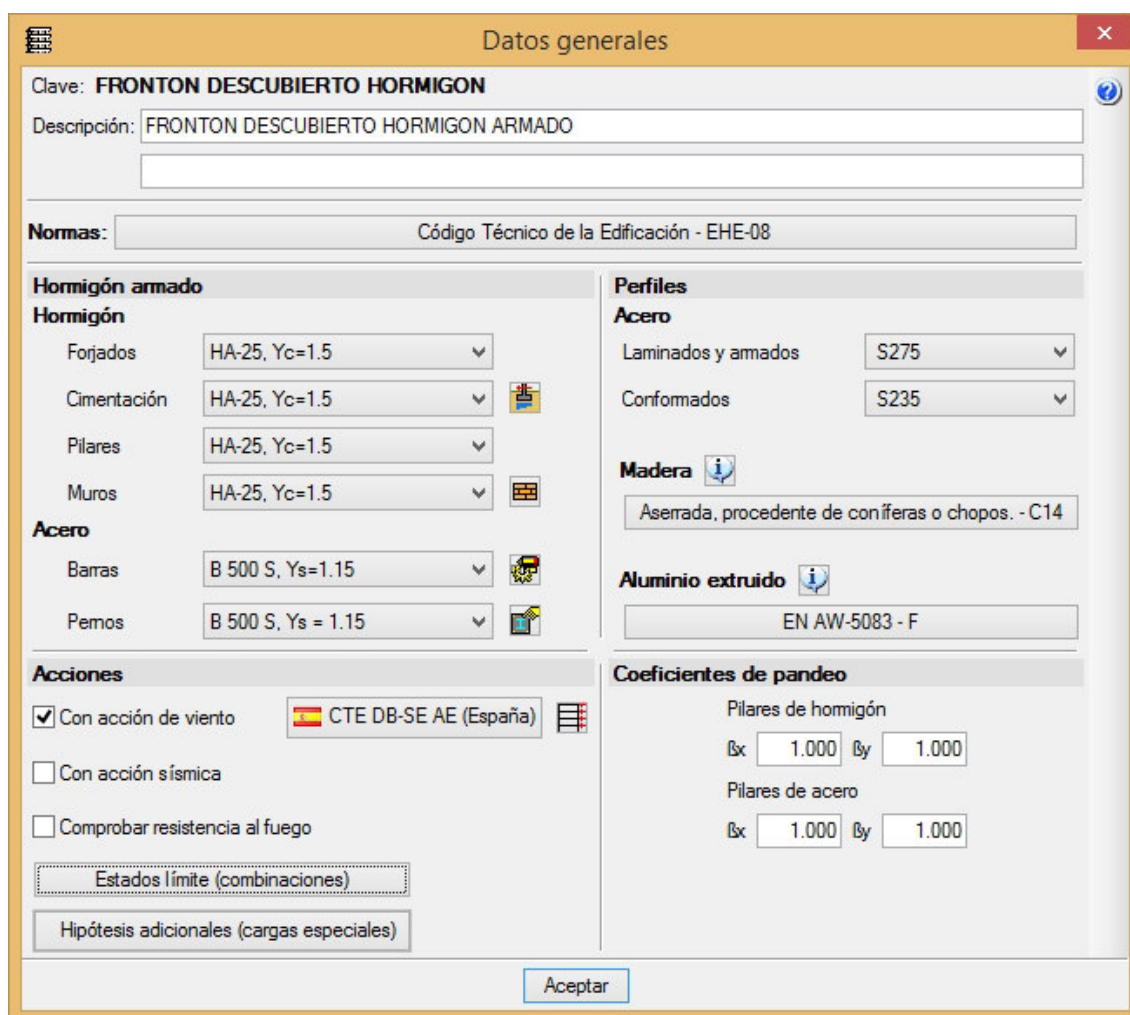
-Figura 6.1. Generación de obra Nueva

Generándose así las siguientes obras:

- FRONTON DESCUBIERTO HORMIGON
- FRONTON DESCUBIERTO FABRICA
- FRONTON SEMICUBIERTO HORMIGON FASE I
- FRONTON SEMICUBIERTO FABRICA FASE I
- FRONTON SEMICUBIERTO HORMIGON FASE II
- FRONTON SEMICUBIERTO FABRICA FASE II

6.2.1. DATOS GENERALES

A continuación se han introducido los datos generales de la obra, desde el Menú *Obra>Datos generales*, donde, desde la siguiente pantalla se han elegido e introducido:



Datos generales

Clave: **FRONTON DESCUBIERTO HORMIGON**

Descripción: **FRONTON DESCUBIERTO HORMIGON ARMADO**

Normas: **Código Técnico de la Edificación - EHE-08**

Hormigón armado

Hormigón

Forjados: HA-25, Yc=1.5

Cimentación: HA-25, Yc=1.5

Pilares: HA-25, Yc=1.5

Muros: HA-25, Yc=1.5

Acero

Barras: B 500 S, Ys=1.15

Pernos: B 500 S, Ys = 1.15

Perfiles

Acero

Laminados y amados: S275

Conformados: S235

Madera

Aserada, procedente de coníferas o chopos. - C14

Aluminio extruido

EN AW-5083 - F

Acciones

☒ Con acción de viento **CTE DB-SE AE (España)**

☐ Con acción sísmica

☐ Comprobar resistencia al fuego

Estados límite (combinaciones)

Hipótesis adicionales (cargas especiales)

Coeficientes de pandeo

Pilares de hormigón

β_x 1.000 β_y 1.000

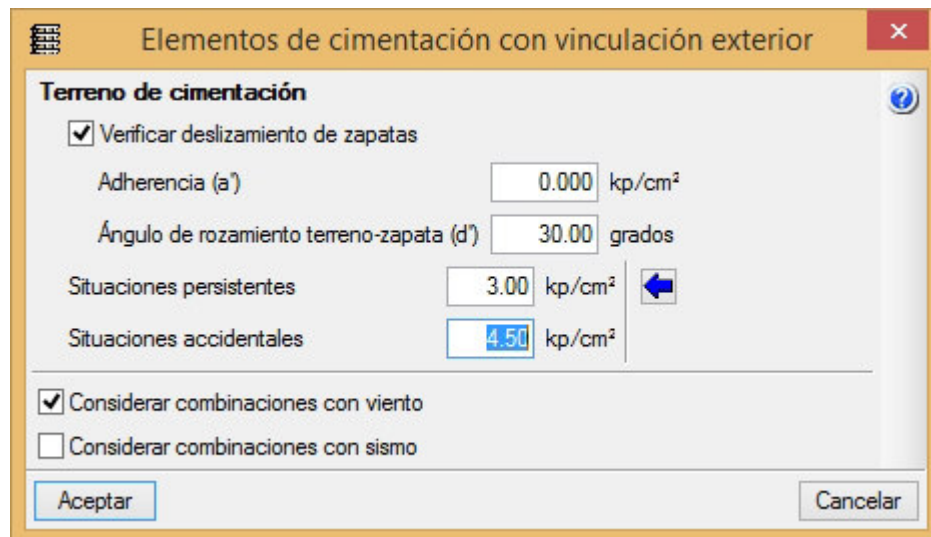
Pilares de acero

β_x 1.000 β_y 1.000

Aceptar

-Figura 6.2. Introducción de Datos generales

- La normativa aplicable al proyecto, que para nuestro caso es el “*Código Técnico de Edificación CTE*” y la “*Instrucción del hormigón estructural EHE-08*”
- Los materiales:
 - Hormigón Armado HA-25 (resistencia característica 25 N/mm^2) para la cimentación pilares y muros, comúnmente utilizado, y definido así en la NIDPV.
 - Acero, barras B 500 S (límite elástico 500 N/mm^2 soldable) comúnmente utilizado, y definido así en la NIDPV. (El acero para perfiles será definido solo para la estructura de la cubierta, que será calculada por NM3D)
- Se define también en este apartado los datos del suelo para el cálculo de la cimentación según el CTE, basándonos en los datos de proyectos del entorno:




Elementos de cimentación con vinculación exterior

Terreno de cimentación

☒ Verificar deslizamiento de zapatas

Adherencia (a') kp/cm²

Ángulo de rozamiento terreno-zapata (d') grados

Situaciones persistentes kp/cm² 

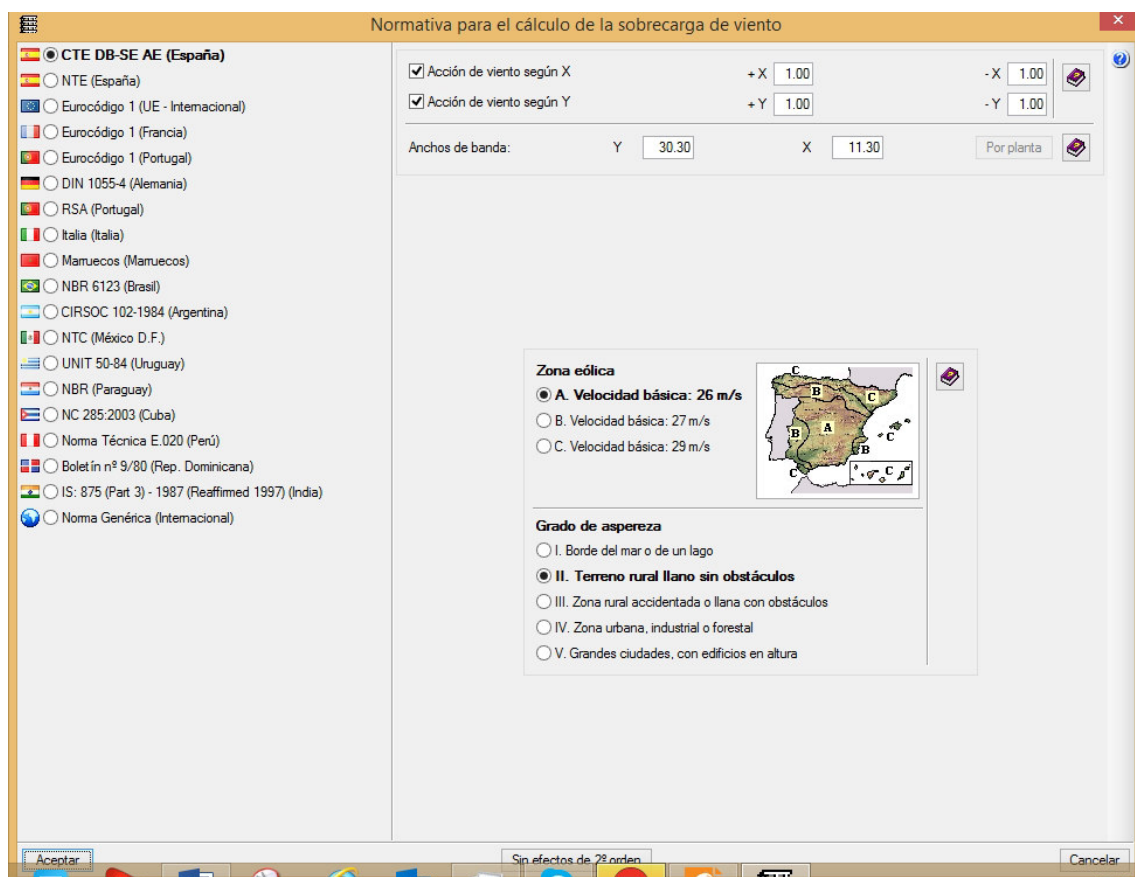
Situaciones accidentales kp/cm²

☒ Considerar combinaciones con viento

☐ Considerar combinaciones con sismo

-Figura 6.3. Datos generales para la cimentación

- Se define también en este apartado los datos de cálculo de sobrecarga de viento según el CTE. Cálculo del viento en ambas direcciones dado que es un entorno abierto y ningún obstáculo de envergadura lo protege del viento. Zona eólica A, puesto que se encuentra en la provincia de Segovia, y grado de aspereza II según el emplazamiento elegido.



Normativa para el cálculo de la sobrecarga de viento

☒ CTE DB-SE AE (España)

☐ NTE (España)

☐ Eurocódigo 1 (UE - Internacional)

☐ Eurocódigo 1 (Francia)

☐ Eurocódigo 1 (Portugal)

☐ DIN 1055-4 (Alemania)

☐ RSA (Portugal)

☐ Italia (Italia)

☐ Manuecos (Manuecos)

☐ NBR 6123 (Brasil)

☐ CIRSOC 102-1984 (Argentina)

☐ NTC (México D.F.)

☐ UNIT 50-84 (Uruguay)

☐ NBR (Paraguay)

☐ NC 285:2003 (Cuba)

☐ Norma Técnica E.020 (Perú)

☐ Boletín nº 9/80 (Rep. Dominicana)

☐ IS: 875 (Part 3) - 1987 (Reaffirmed 1997) (India)

☐ Norma Genérica (Internacional)

☒ Acción de viento según X

☒ Acción de viento según Y

Anchos de banda: Y X

Zona eólica

☒ A. Velocidad básica: 26 m/s

☐ B. Velocidad básica: 27 m/s

☐ C. Velocidad básica: 29 m/s

Grado de aspereza

☐ I. Borde del mar o de un lago

☒ II. Terreno rural llano sin obstáculos

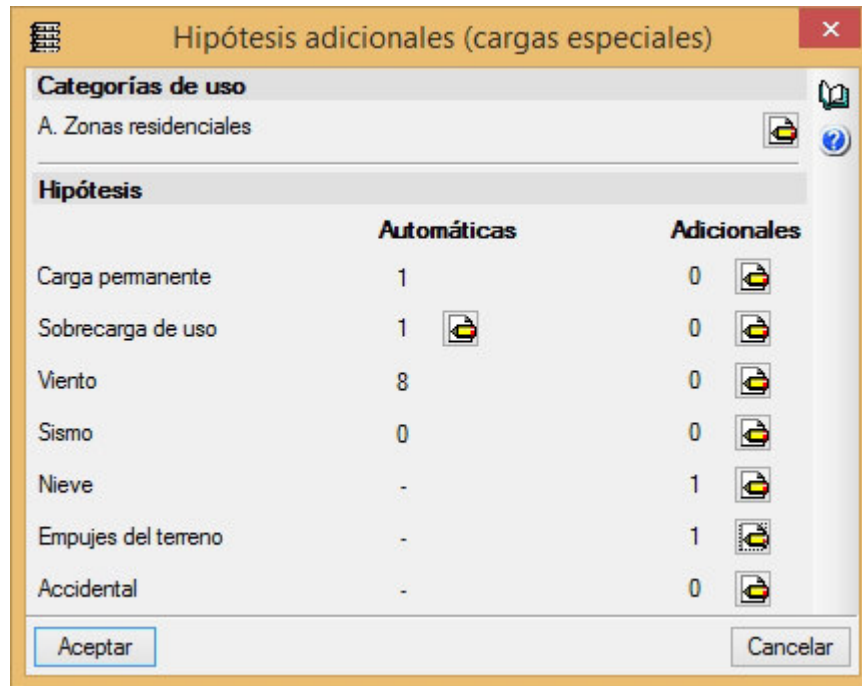
☐ III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos

☐ IV. Zona urbana, industrial o forestal

☐ V. Grandes ciudades, con edificios en altura

-Figura 6.4. Cálculo de la sobrecarga del viento

- Añadimos en este apartado la sobrecarga de nieve, aunque su mayor repercusión será para los casos de FASE II, y también la hipótesis de cálculo de empuje del terreno:



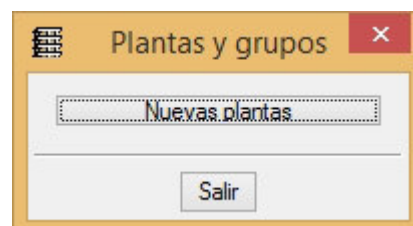
-Figura 6.5. Hipótesis de sobrecarga de nieve y empuje del terreno

- Coeficientes de pandeo, se dejan con valor 1, dado que solo resultan interesantes para las opciones de FASE I, en las que los pilares están unidos a los muros que limitan el pandeo. Para los perfiles de acero de la fase 2, el Pandeo se tiene en cuenta en el cálculo de la estructura mediante NM3D.
- Para nuestro caso no es aplicable la acción sísmica ni la comprobación de resistencia al fuego de la estructura, dada la localización del proyecto y el tipo de edificación descubierto o semicubierto.
- En el botón de Estados límite (combinaciones) se pueden ver las diferentes combinaciones de cálculo, de acuerdo con el CTE, y EHE-08. Estas combinaciones se presentan en el ANEJO CÁLCULOS.

6.3. DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA.

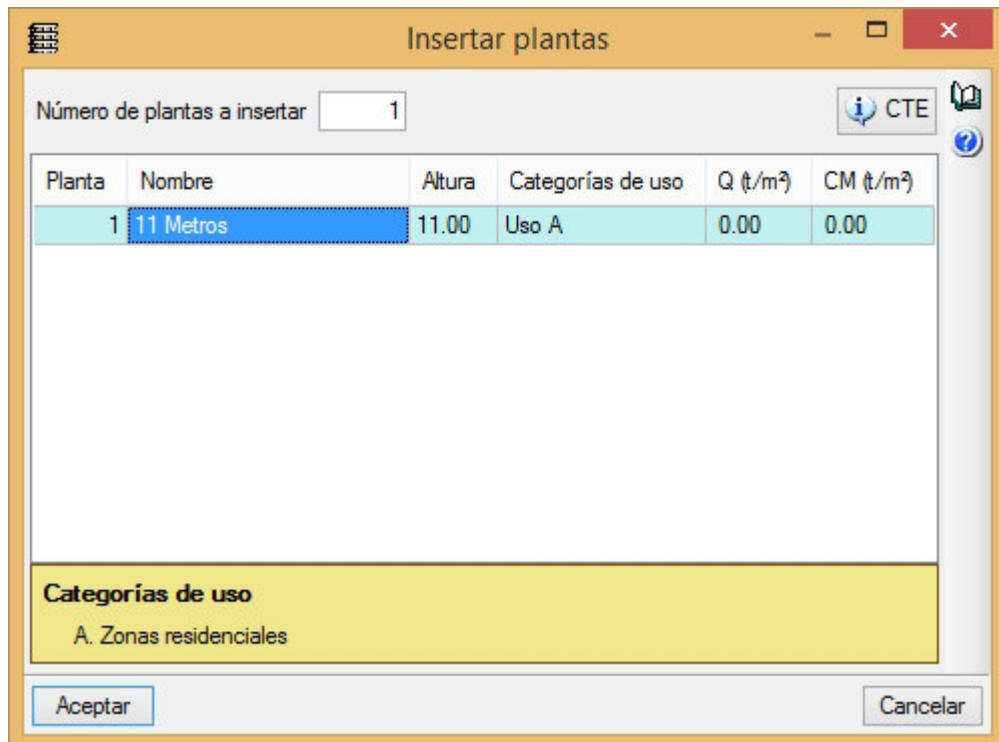
6.3.1. DEFINICIÓN DE PLANTAS.

Para todas las Opciones se comienza definiendo una planta a una altura 11 metros ya que es la elevación de las paredes de juego, para poder definir los muros. Ésta se define en la pestaña entrada de pilares, en el Menú, *Introducción-> Plantas y grupos*, y en la pantalla que aparece, *Nueva planta*:



-Figura 6.6. Introducción Nueva Planta

En la pantalla que aparece, se define tal planta con el nombre *11 Metros*, a una altura de valor 11 metros y con unos valores de carga 0 ya que solo nos sirve para definir la elevación de los muros (dejamos cualquier categoría de uso ya que los valores de carga son nulos):

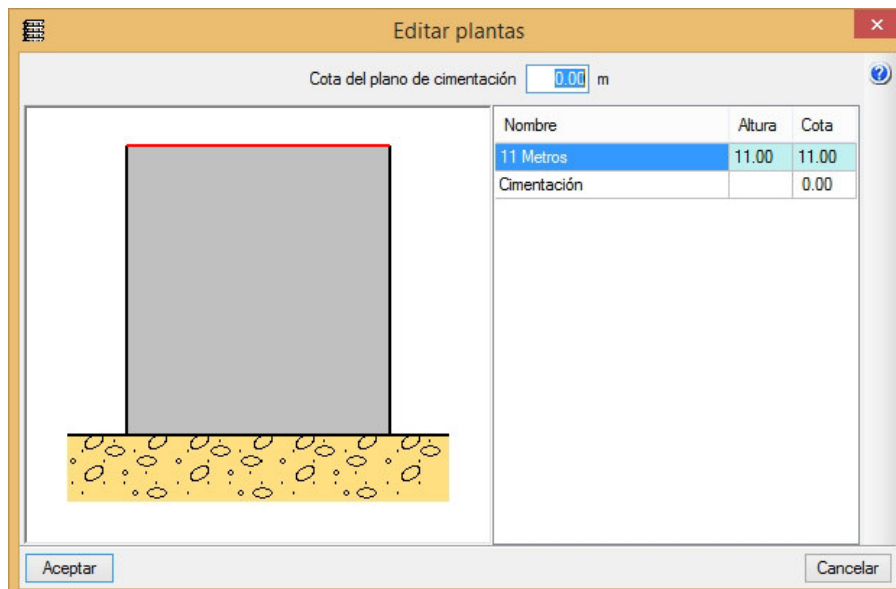


Planta	Nombre	Altura	Categorías de uso	Q (t/m²)	CM (t/m²)
1	11 Metros	11.00	Uso A	0.00	0.00

Categorías de uso
A. Zonas residenciales

-Figura 6.7. Introducción Planta 11 Metros

Con ello el proyecto queda definido con la altura 0 para la cimentación y la altura 11 metros para limitar los muros, lo que puede comprobarse en el Menú *Introducción->Plantas y grupos->Editar*:



Nombre	Altura	Cota
11 Metros	11.00	11.00
Cimentación		0.00

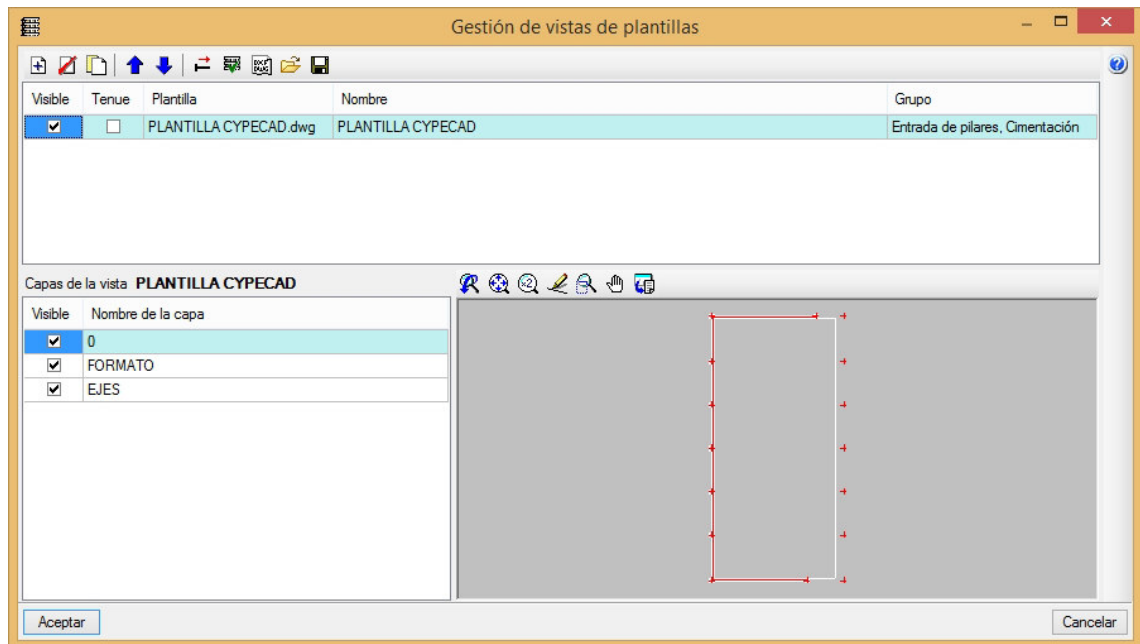
-Figura 6.8. Plantas

6.3.2. DEFINICIÓN DE MUROS.

Para ayudarnos a definir la localización de los muros que definen la envolvente de juego, se ha utilizado una plantilla definida en AutoCAD, en la que se ha dibujado la planta del campo de juego.

Se ha definido para que pueda ser usada para todas las opciones ya que se ha definido el eje de los muros y la posición de los pilares para las opciones de FASE I y FASE II.

Se ha insertado desde el icono *Editar plantillas* y después *Añadir nueva*, donde hemos direccionado a la carpeta donde se ubica el Archivo de AutoCAD:



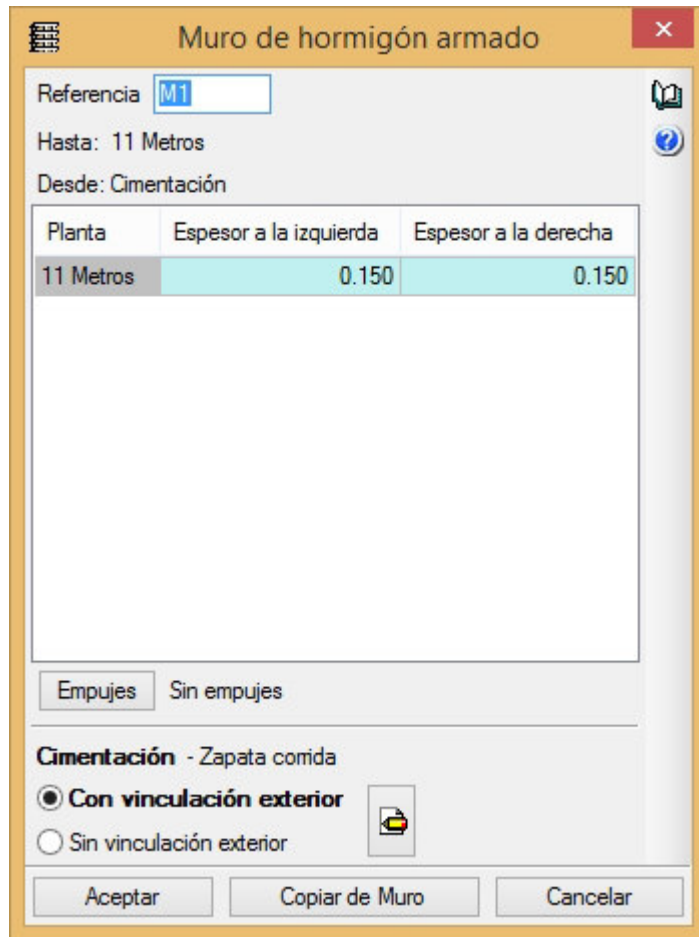
-Figura 6.9. Introducir plantilla

Hasta ahora todos estos pasos eran iguales para todas las opciones, a partir de aquí existen diferencias para definir la estructura de las diferentes opciones.

6.3.2.1. OPCIÓN FRONTÓN DESCUBIERTO HORMIGÓN

Para definir los muros de la opción FRONTÓN DESCUBIERTO HORMIGÓN, desde la pestaña entrada de vigas, en el Menú Vigas y Muros -> Entrar Muro se selecciona muro de hormigón armado y aparece la pantalla de la figura 6.10.

En la pantalla se selecciona desde que planta (Cimentación) hasta que planta (11 Metros) se define el muro y también el espesor del muro, que para cumplir con el mínimo de la NIDPV de 30 cm, hemos dado 0.15 m a la derecha y 0.15 m a la izquierda.



Muro de hormigón armado

Referencia:


Hasta: 11 Metros

Desde: Cimentación

Planta	Espesor a la izquierda	Espesor a la derecha
11 Metros	0.150	0.150

Empujes:

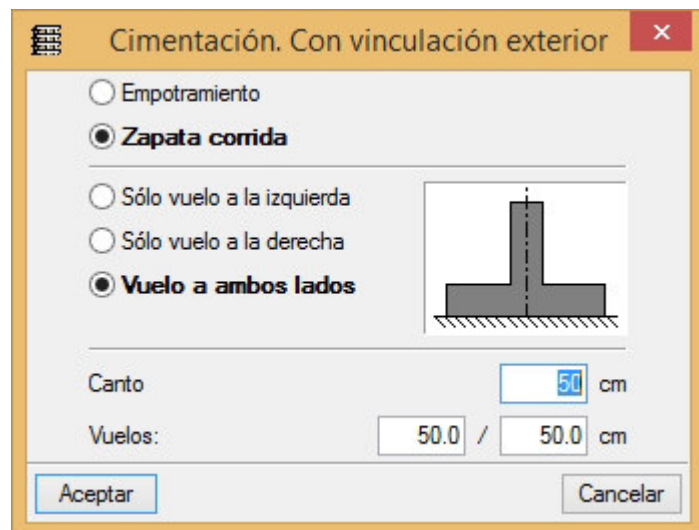
Cimentación - Zapata corrida

☒ Con vinculación exterior 

☐ Sin vinculación exterior

-Figura 6.10. Introducir Muro de hormigón armado

En esta misma pantalla seleccionamos la cimentación que será zapata corrida y al seleccionar el icono “Con vinculación exterior” aparece la siguiente pantalla donde se le dan los valores que se indican:



Cimentación. Con vinculación exterior

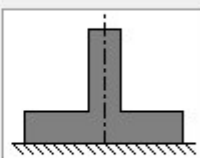
☐ Empotramiento

☒ Zapata corrida

☐ Sólo vuelo a la izquierda

☐ Sólo vuelo a la derecha

☒ Vuelo a ambos lados

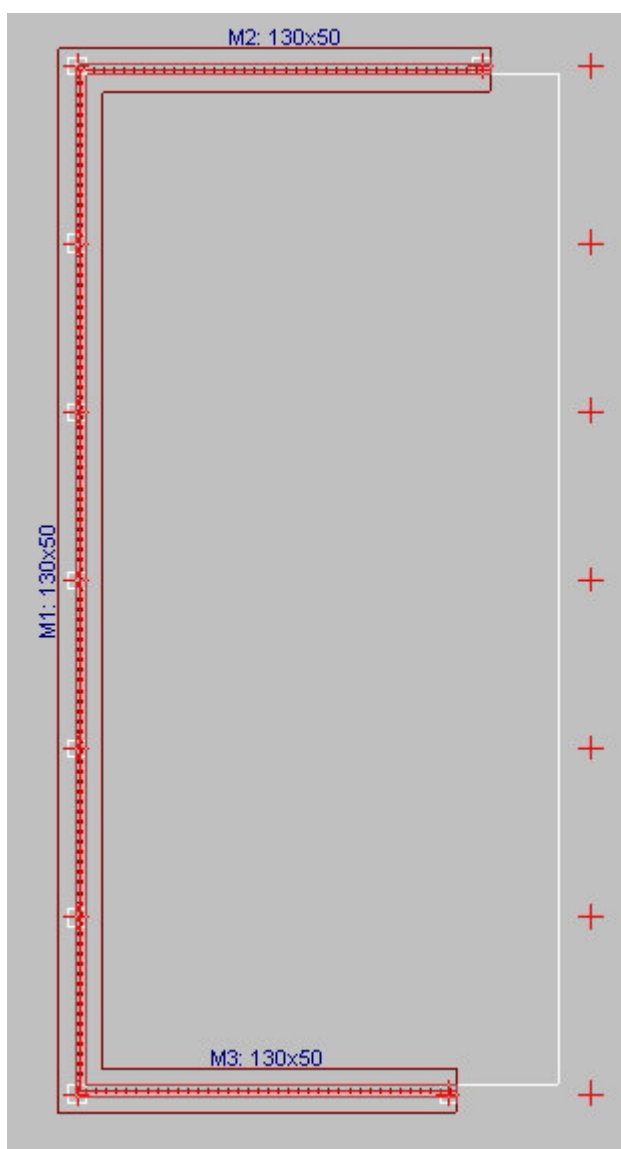


Canto: cm

Vuelos: / cm

-Figura 6.11. Cimentación con vinculación exterior

Una vez que aceptamos la cimentación seleccionada y el tipo de muro, en la pantalla de CypeCAD, seleccionamos los puntos de la plantilla que definen los muros de la envolvente de juego:



-Figura 6.12. Muros envolvente de juego

Quedan así definidos:

- M1: Pared de la izquierda
- M2: Frontis
- M3: Rebote

6.3.2.2. OPCIÓN FRONTÓN DESCUBIERTO FABRICA.

Para definir los muros de la opción FRONTÓN DESCUBIERTO HORMIGÓN, desde la pestaña entrada de vigas, en el Menú Vigas y Muros -> Entrar Muro se selecciona muro de fábrica y aparece la pantalla de la figura 6.10.

En la pantalla se selecciona desde que planta (Cimentación) hasta que planta (11 Metros) se define el muro y también el espesor del muro, que para cumplir con el mínimo de la NIDPV de 30 cm, hemos dado 0.15 m a la derecha y 0.15 m a la izquierda.



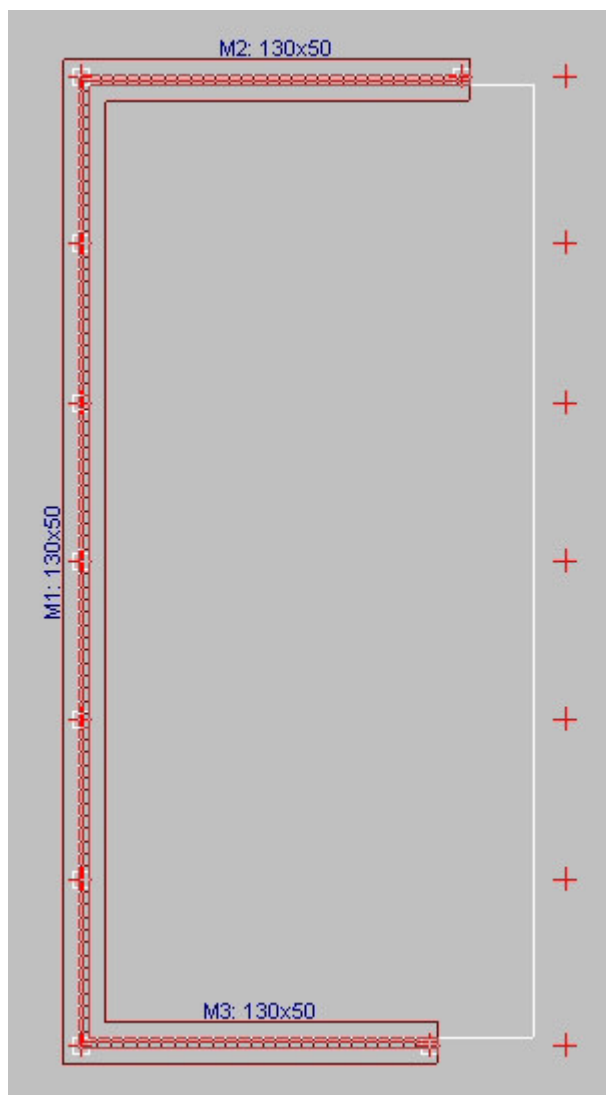
Planta	Espesor a la izquierda	Espesor a la derecha
11 Metros	0.150	0.150

-Figura 6.13. Introducir Muro de fábrica

En esta misma pantalla seleccionamos la Cimentación que será zapata corrida y al seleccionar el icono Con vinculación exterior aparece la siguiente pantalla donde se le dan los valores que se indican:

-Figura 6.14. Cimentación con vinculación exterior

Una vez que aceptamos la cimentación seleccionada y el tipo de muro, en la pantalla de CYPECAD, seleccionamos los puntos de la plantilla que definen los muros de la envolvente de juego:



-Figura 6.15. Muros envolvente de juego

Quedan así definidos:

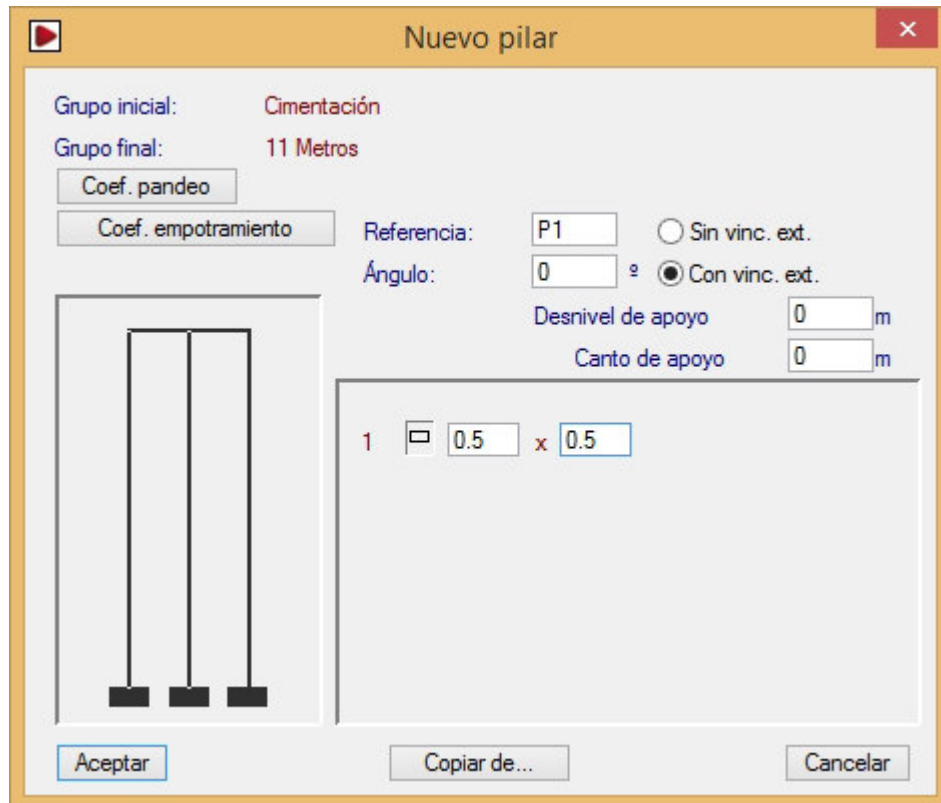
- M1: Pared de la izquierda
- M2: Frontis
- M3: Rebote

6.3.2.3. OPCIÓN FRONTÓN SEMICUBIERTO HORMIGÓN FASE I.

Para las opciones de Frontón Semidescubierto Fase I se definen los pilares entre los que se dispondrán los muros.

Para la pared de la izquierda se disponen los pilares cada 5.25 m, estos están así posicionados en la plantilla de AutoCAD.

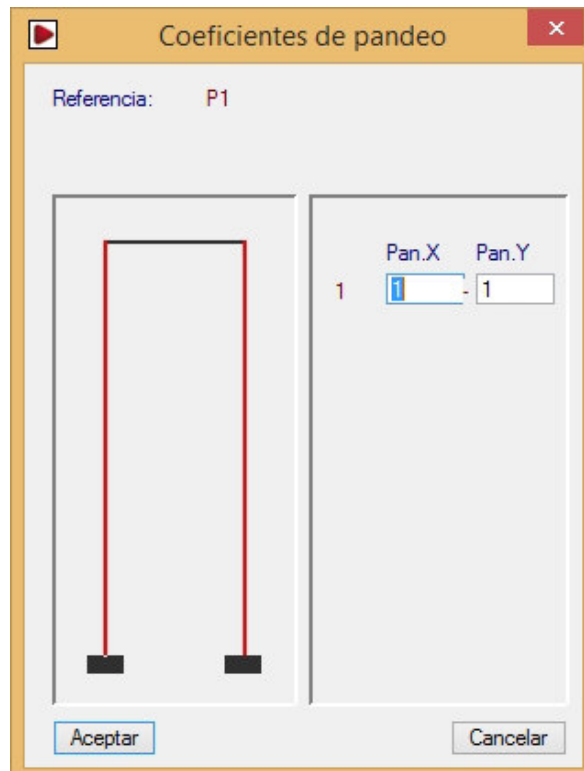
En CypeCAD, se generan los pilares en la pestaña de Entrada de pilares, en el Menú *Introducción-> Pilares, Pantallas y Arranques-> Nuevo Pilar*:



-Figura 6.16. Introducción Pilares

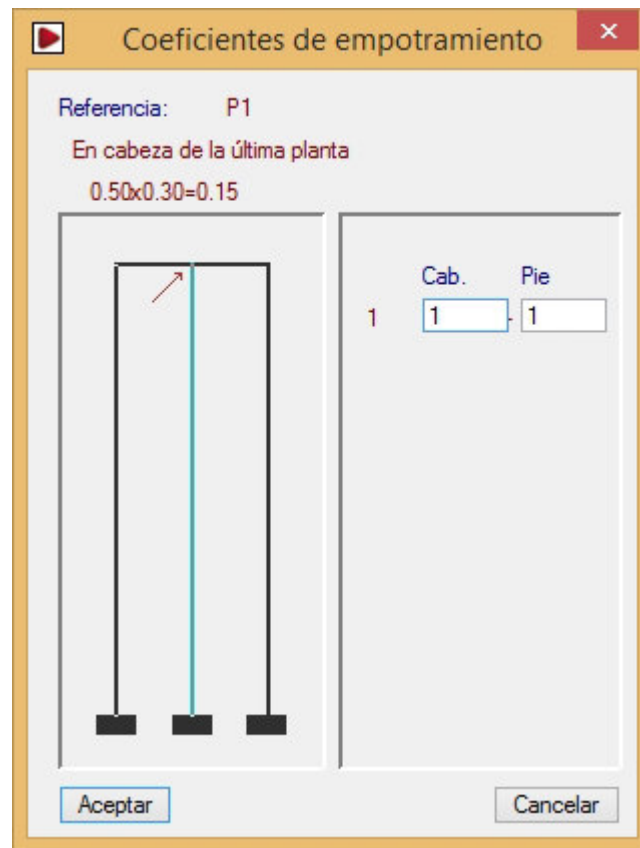
En esta pantalla se establece el Grupo Inicial: Cimentación y el Grupo Final: la planta definida 11 Metros.

El coeficiente de Pandeo se deja con valor 1 ya que los muros entre los pilares impiden el pandeo.



-Figura 6.17. Coeficiente de Pandeo Pilares

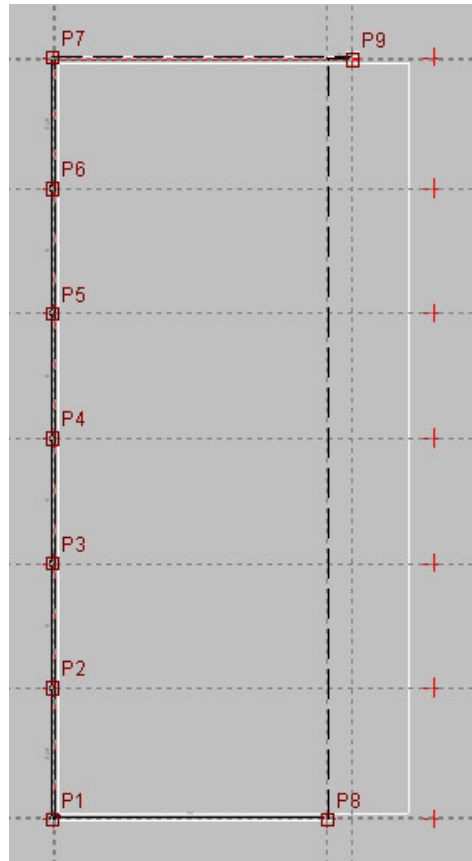
el coeficiente de empotramiento se deja también de valor 1 entendiendo que los muros facilitan el empotramiento:



-Figura 6.18. Coeficiente de empotramiento Pilares

Se define también las dimensiones del pilar que inicialmente se dan 0.5 m x 0.5 m, y la referencia, comenzando por P1 y sucesivamente de manera secuencial.

Se acepta y se posicionan los pilares, cada 5.25 m en la pared izquierda y en los límites del Frontis y el Rebote, con la ayuda de la plantilla, quedando:



-Figura 6.19. Disposición de pilares

Una vez definidos los Pilares, se definen los muros entre los pilares desde la pestaña Entrada de vigas, en el Menú *Introducción->Entrar muros->Muro de hormigón armado* y aparece la siguiente pantalla:

Planta	Espesor a la izquierda	Espesor a la derecha
11 Metros	0.050	0.250

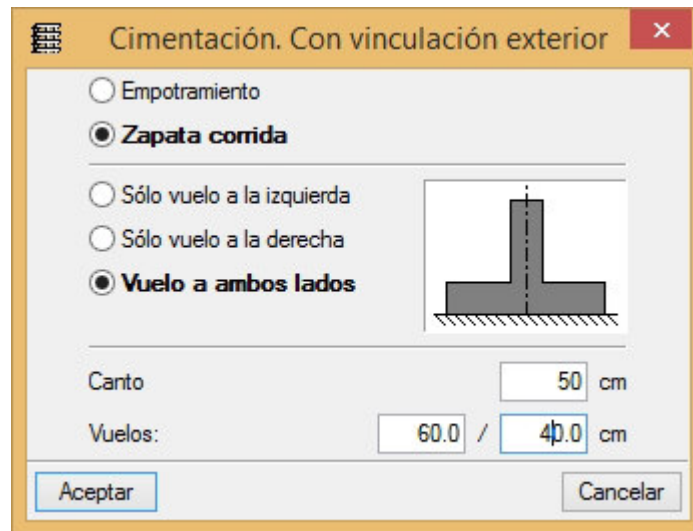
-Figura 6.20. Entrada de muros



En esta pantalla se define el Muro desde La planta cimentación hasta la planta 11 Metros, con un espesor de 30 cm de acuerdo a NIDPV, y para que la pared del muro coincida con el canto del pilar se da un espesor de 0.05 m a la izquierda y 0.25 m a la derecha.

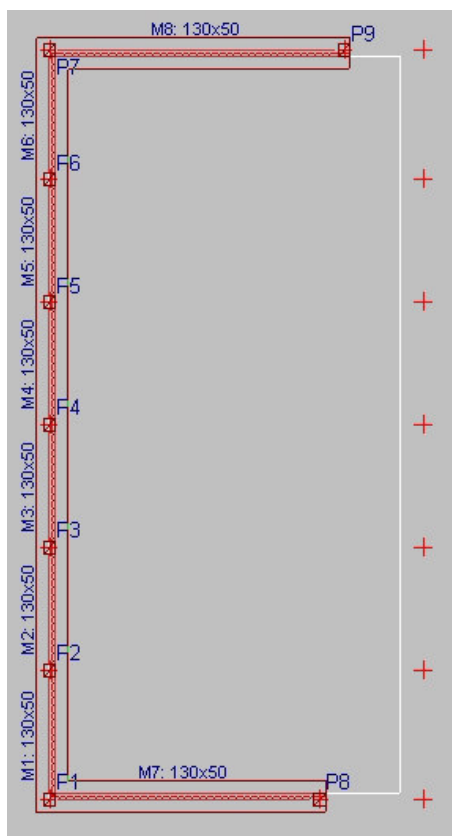
Se comienza con un valor Referencia M1 y sucesivamente de manera secuencial para el resto de muros.

Se define también la cimentación, pulsando en “*Con vinculación exterior*” para poder definir la cimentación como zapata corrida, con unas dimensiones de Canto 50 cm y vuelo de 60 cm a la izquierda y 40 cm a la derecha para que este centrada con el eje del pilar:



-Figura 6.21. Cimentación con vinculación exterior.

Se acepta y se definen los muros entre los pilares:



-Figura 6.22. Disposición de pilares y muros

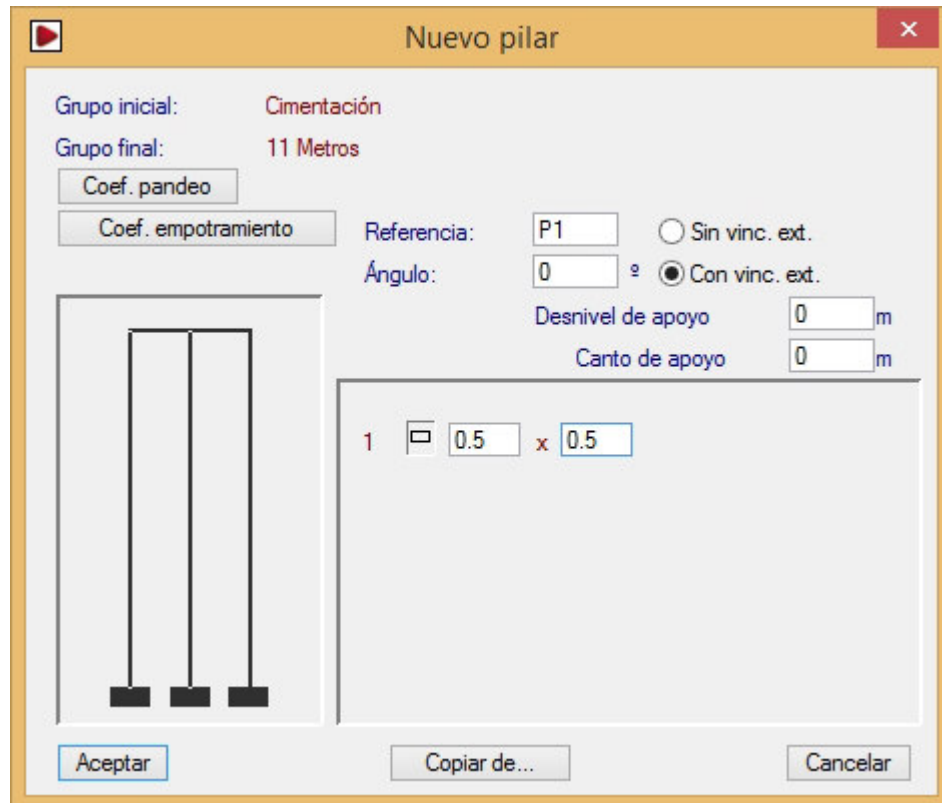
Con todo ello queda definida la estructura para la Opción Frontón Semicubierto Fase I.

6.3.2.4. OPCIÓN FRONTÓN SEMICUBIERTO FÁBRICA FASE I.

Para las opciones de Frontón Semicubierto Fase I se definen los pilares entre los que se dispondrán los muros.

Para la pared de la izquierda se disponen los pilares cada 5.25 m, estos están así posicionados en la plantilla de AutoCAD.

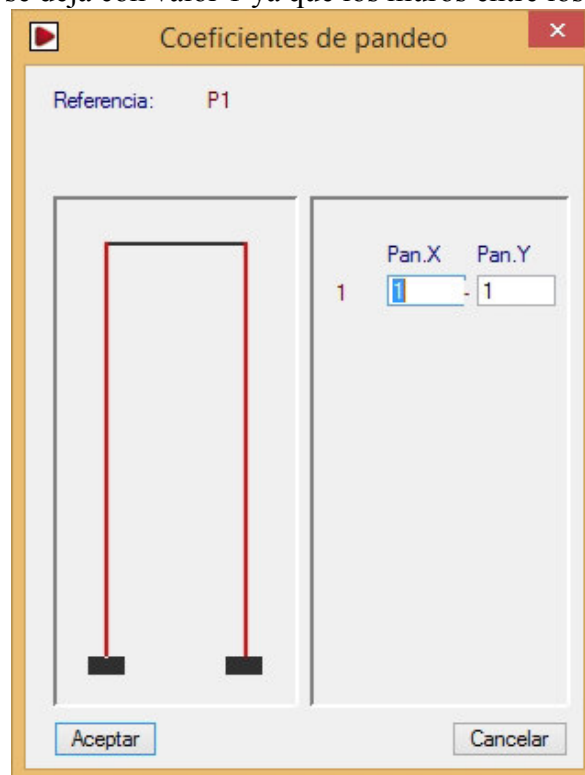
En CypeCAD, se generan los pilares en la pestaña de Entrada de pilares, en el Menú *Introducción-> Pilares, Pantallas y Arranques-> Nuevo Pilar*:



-Figura 6.23. Introducción Pilares

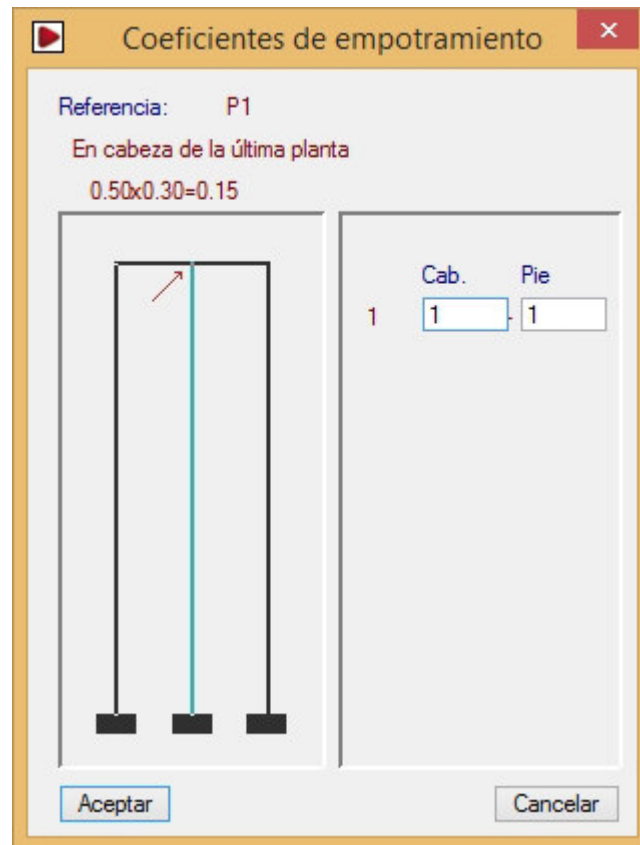
En esta pantalla se establece el Grupo Inicial: Cimentación y el Grupo Final: la planta definida 11 Metros.

El coeficiente de Pandeo se deja con valor 1 ya que los muros entre los pilares impiden el pandeo.



-Figura 6.24. Coeficiente de Pandeo Pilares

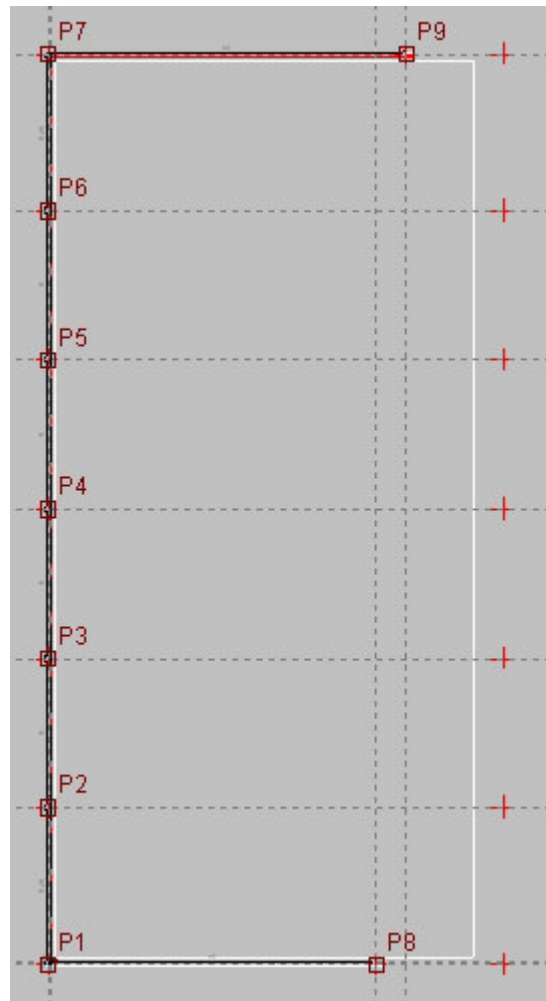
el coeficiente de empotramiento se deja también de valor 1 entendiendo que los muros facilitan el empotramiento:



-Figura 6.25. Coeficiente de empotramiento Pilares

Se define también las dimensiones del pilar que inicialmente se dan 0.5 m x 0.5 m, y la referencia, comenzando por P1 y sucesivamente de manera secuencial.

Se acepta y se posicionan los pilares, cada 5.25 m en la pared izquierda y en los límites del Frontis y el Rebote, con la ayuda de la plantilla, quedando:



-Figura 6.26. Disposición de pilares

Una vez definidos los Pilares, se definen los muros entre los pilares desde la pestaña Entrada de vigas, en el Menú *Introducción->Entrar muros->Muro de fábrica* y aparece la siguiente pantalla:



Muro de fábrica

Referencia:


Hasta: 11 Metros

Desde: Cimentación

Planta	Espesor a la izquierda	Espesor a la derecha
11 Metros	0.050	0.250

Empujes ☐ Sin empujes ☐

Cimentación - Zapata corrida

☒ Con vinculación exterior 

☐ Sin vinculación exterior

Aceptar Copiar de Muro Cancelar

-Figura 6.27. Entrada de muros

En esta pantalla se define el Muro desde La planta cimentación hasta la planta 11 Metros, con un espesor de 30 cm de acuerdo a NIDPV, y para que la pared del muro coincida con el canto del pilar se da un espesor de 0.05 m a la izquierda y 0.25 m a la derecha.

Se comienza con un valor Referencia M1 y sucesivamente de manera secuencial para el resto de muros.

Se define también la cimentación, pulsando en “*Con vinculación exterior*” para poder definir la cimentación como zapata corrida, con unas dimensiones de Canto 50 cm y vuelo de 60 cm a la izquierda y 40 cm a la derecha para que este centrada con el eje del pilar:

Cimentación. Con vinculación exterior

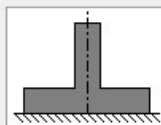
☐ Empotramiento

☒ Zapata corrida

☐ Sólo vuelo a la izquierda

☐ Sólo vuelo a la derecha

☒ Vuelo a ambos lados



Canto: cm

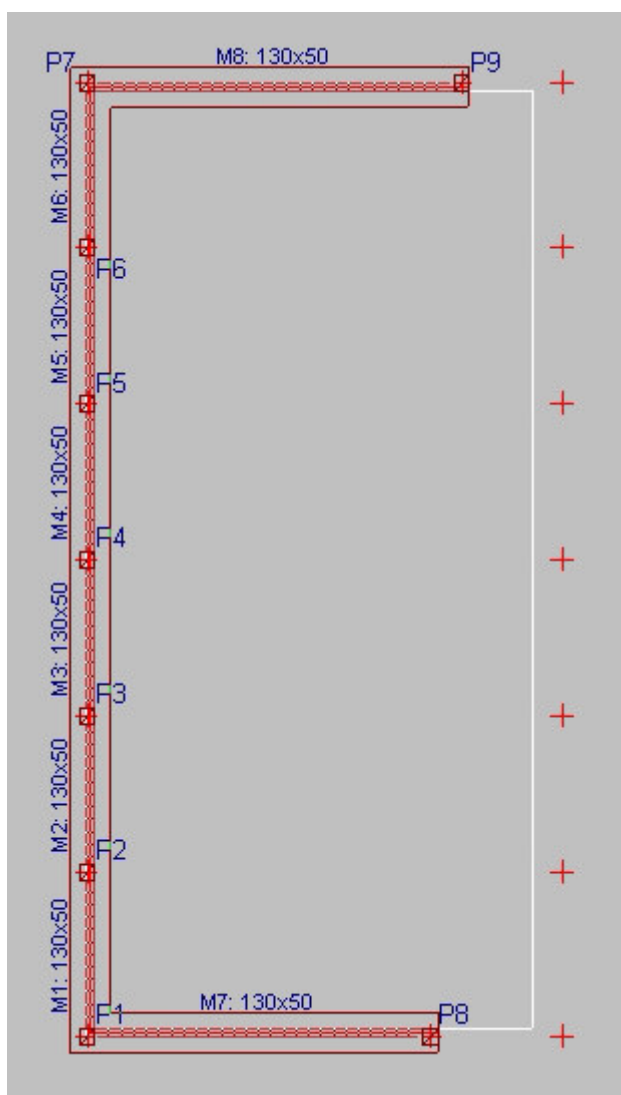
Vuelos: / cm

Aceptar Cancelar

-Figura 6.28. Cimentación con vinculación exterior.



Se acepta y se definen los muros entre los pilares:



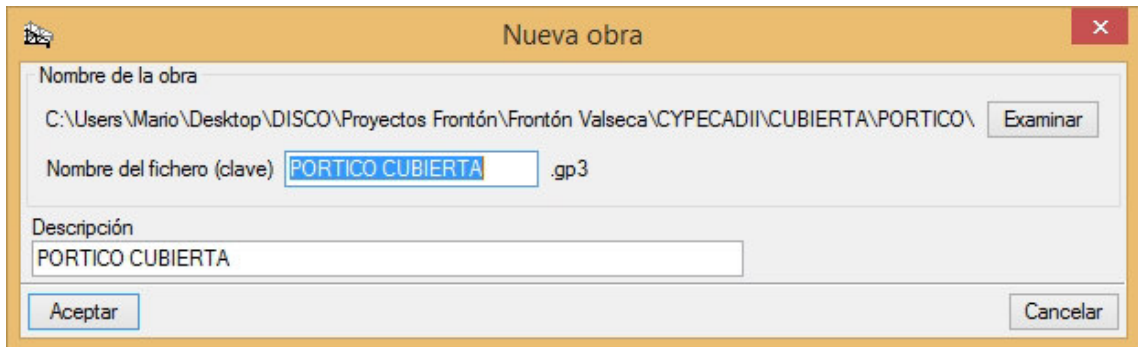
-Figura 6.29. Disposición de pilares y muros

Con todo ello queda definida la estructura para la Opción Frontón Semicubierto Fase I.

6.3.2.5. OPCIÓN FRONTÓN SEMICUBIERTO CUBIERTA.

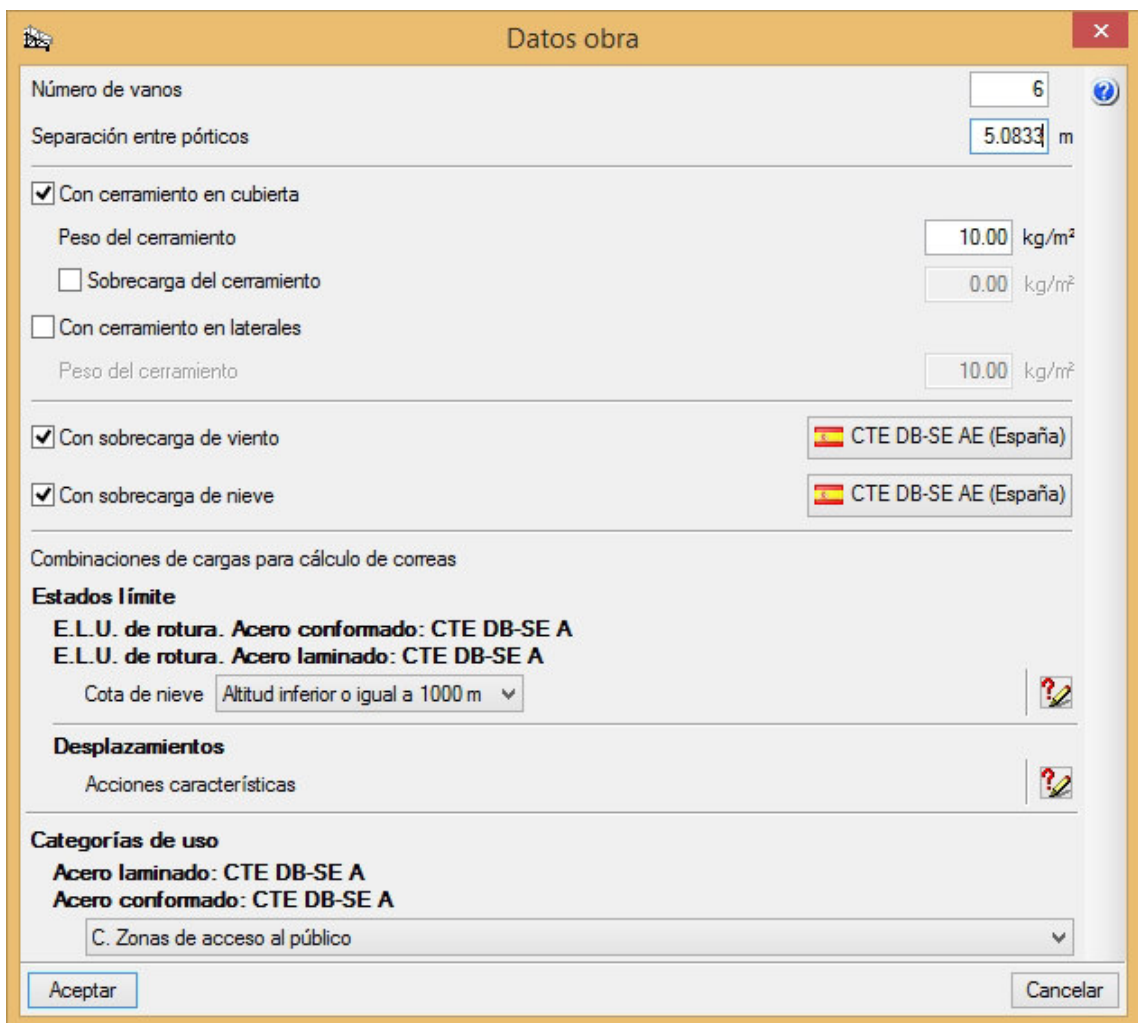
Para definir la cubierta se ha utilizado los módulos de CypeCAD de Metal 3D. Para empezar a definir la estructura de soporte de la cubierta, se define el pórtico con el módulo de CypeCAD Generador de pórticos.

Se define una obra nueva:



-Figura 6.30. Nueva obra Generador de pórticos

Una vez definida la obra, aparece el menú datos de obra:

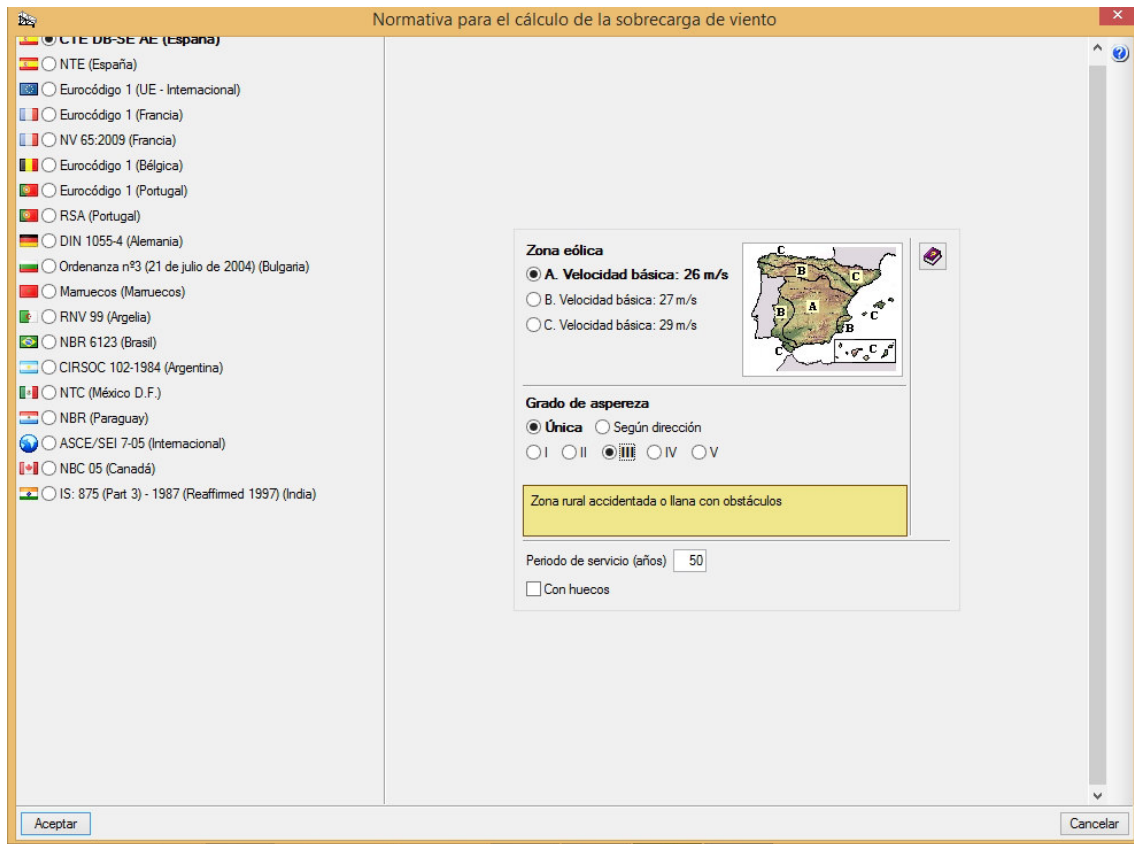


-Figura 6.31. Datos de obra Generador de pórticos

En esta pantalla se introducen los siguientes datos:

- Vanos y separación entre pórticos: Dada la longitud de la pared izquierda, se han definido 7 vanos con una separación de 5 m.
- Cerramiento de cubierta, peso del cerramiento 10 kg/m^2 . Consultando diferentes suministradores de chapa ondulada galvanizada para cubiertas, esta tiene un peso de 10 kg/m^2 .

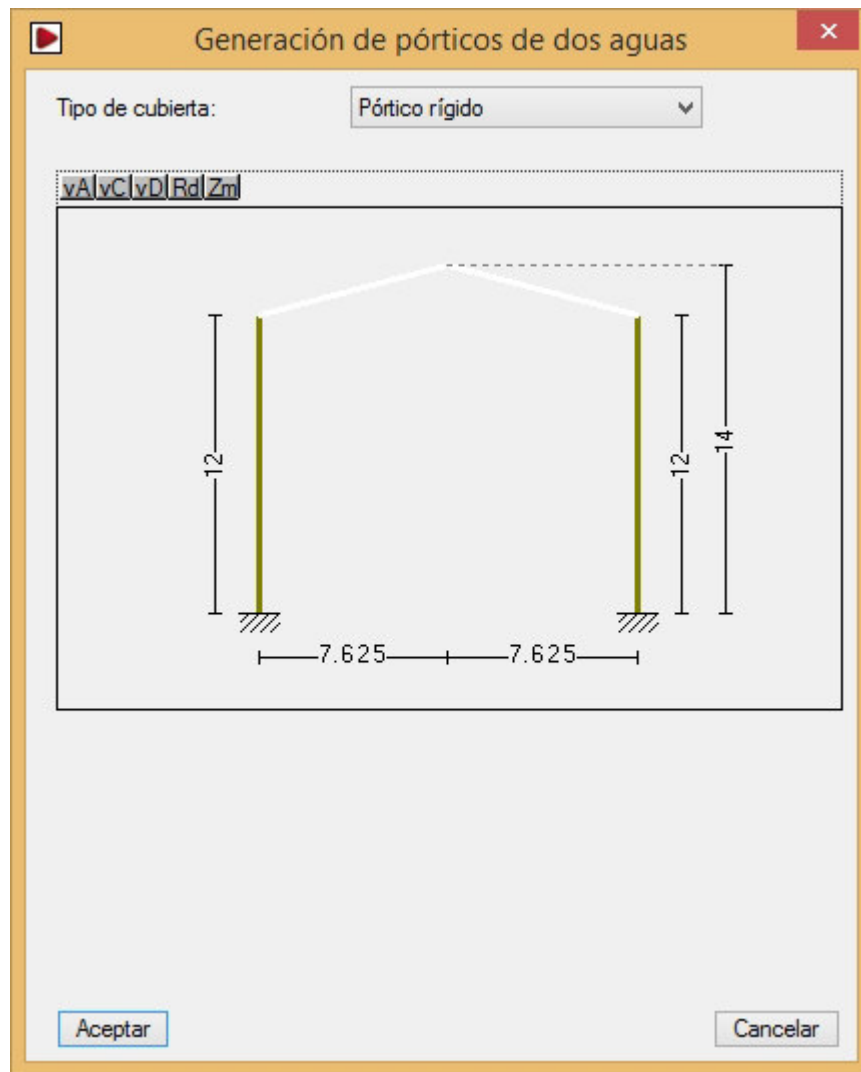
- Con sobrecarga de viento: Se define la sobrecarga de viento según el CTE, según la localización del proyecto, Zona eólica A, y el grado de aspereza según las características del entorno, III Zona rural accidentada o llana con obstáculos:



-Figura 6.32. Sobrecarga de viento Generador de pórticos

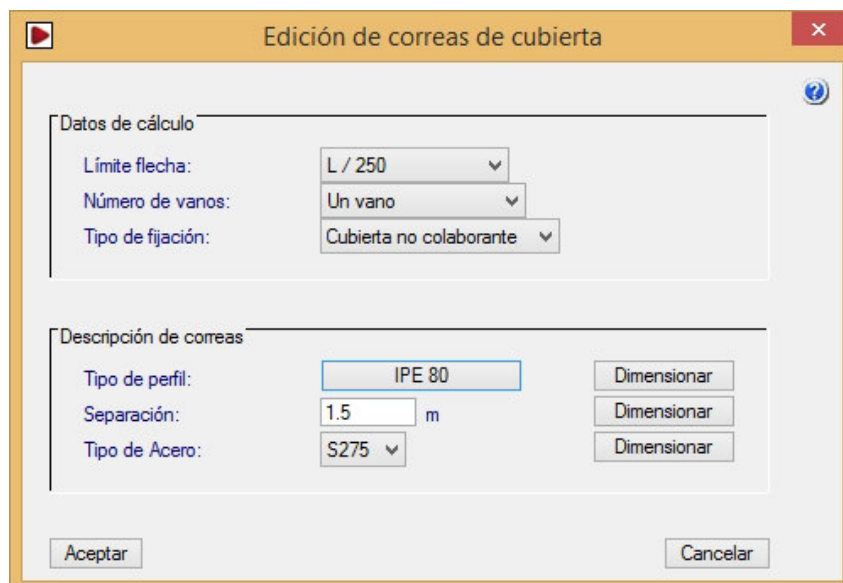
- Con sobrecarga de nieve: Se define la sobrecarga de viento según el CTE, según la localización del proyecto, Zona eólica A, y el grado de aspereza según las características del entorno, III Zona rural accidentada o llana con obstáculos:

Se acepta y aparece la siguiente pantalla para definir el pórtico tipo, para nuestro caso a dos aguas, y donde se dan las dimensiones del pórtico:



-Figura 6.33. Dimensiones de pórtico

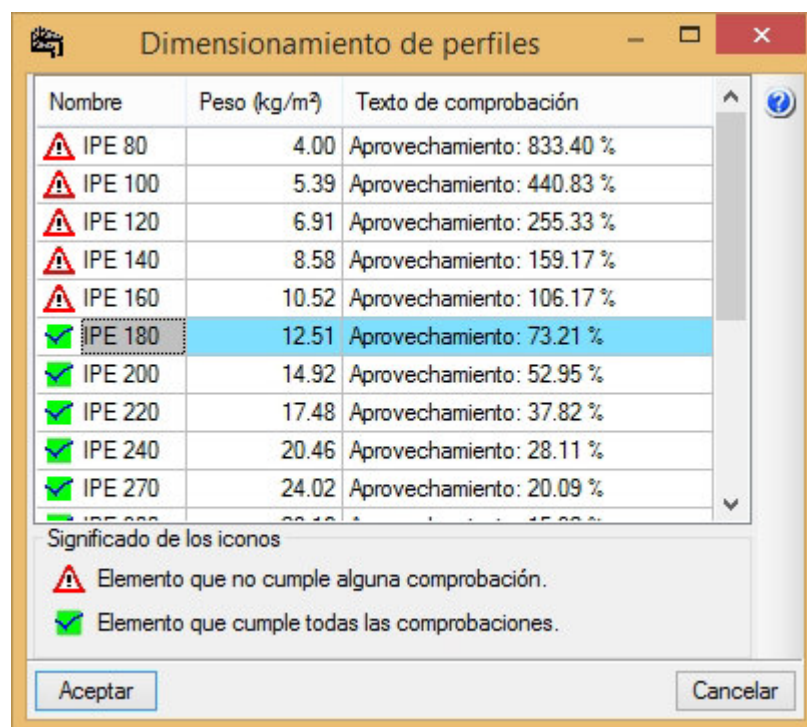
A continuación se definen las correas de la cubierta en donde se sujeta la chapa ondulada de la cubierta, en la pantalla edición de correas de cubierta:



-Figura 6.34. Correas de cubierta



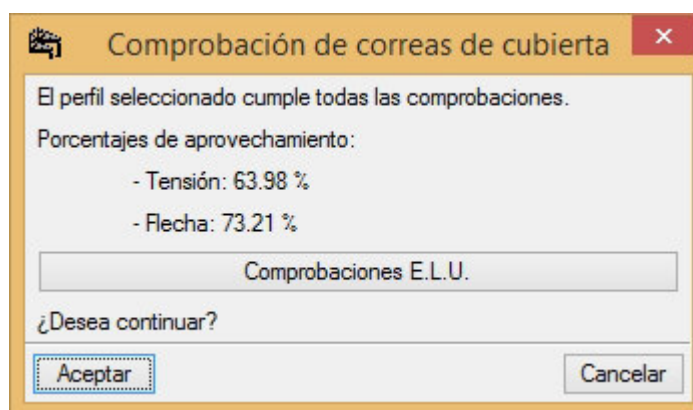
En esta pantalla se define la Separación entre correas 1.5 m, el tipo de perfil que aparece por defecto es el perfil IPE 80. Pulsando en el botón dimensionar de Separación, el programa realiza la comprobación de los perfiles de la serie según el CTE, y aparece la siguiente pantalla:



-Figura 6.35. Dimensionamiento de Correas de cubierta

En esta pantalla se puede ver como el mínimo perfil que cumple es el IPE 180, se selecciona éste, y se acepta.

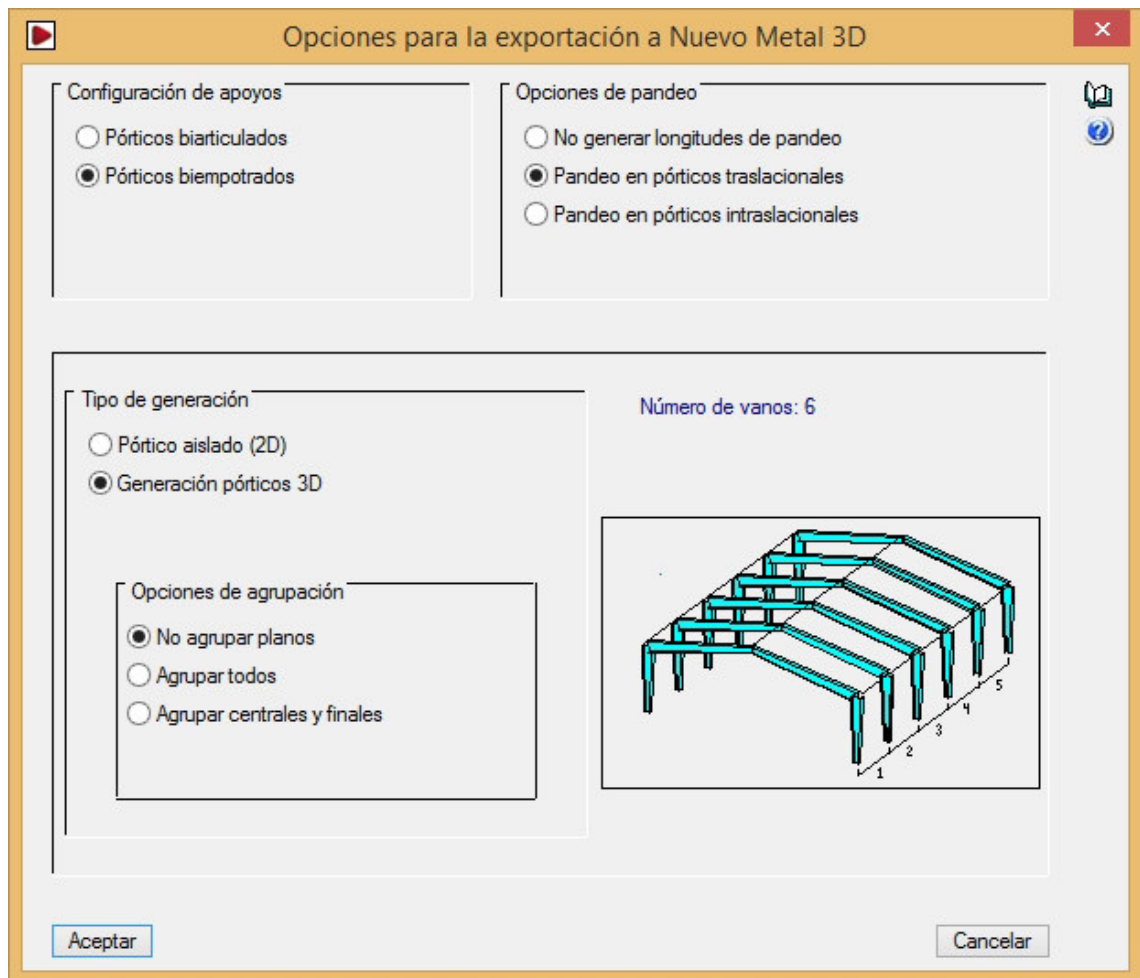
El programa vuelve a realizar las comprobaciones, y aparece la siguiente pantalla:



-Figura 6.36. Comprobación de Correas de cubierta

Pulsando sobre el botón “Comprobaciones E.L.U.” se pueden ver los detalles de cálculo de la comprobación. Esto se presenta en el Anejo cálculos, Comprobación de las correas. Se acepta, y una vez que ya está definido el pórtico tipo, se exporta a NM3D desde *Datos obra->Exportar a NM3D*

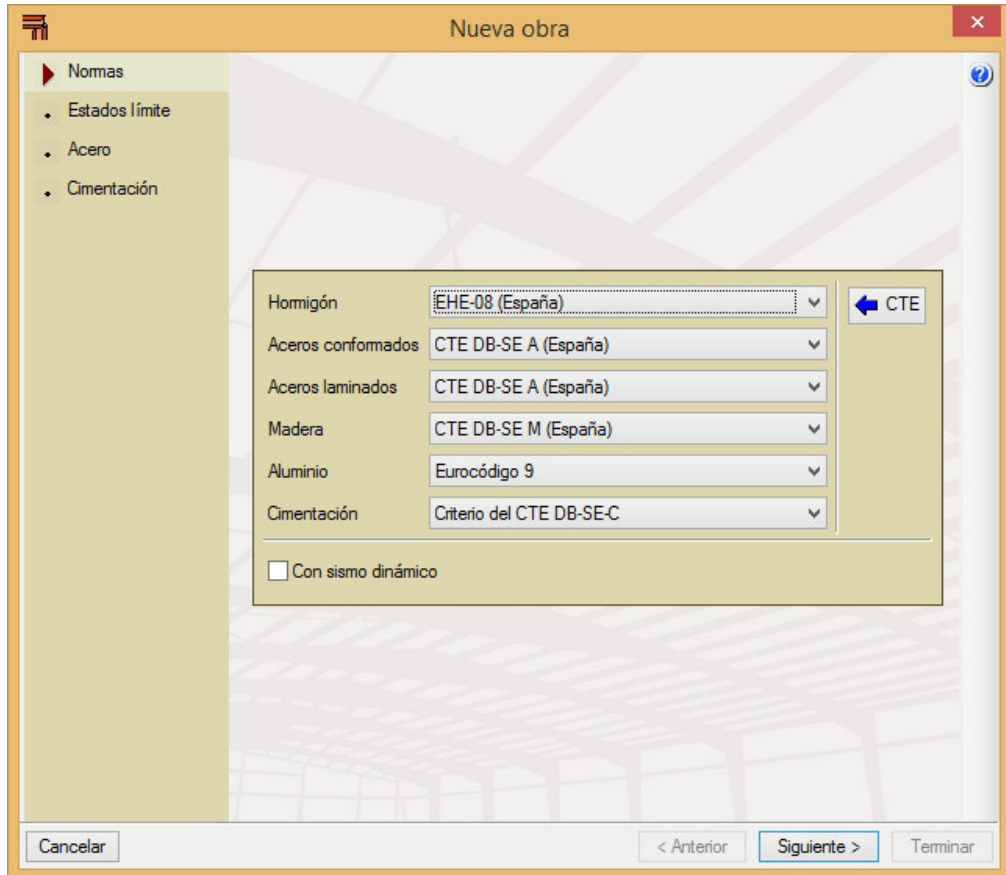
Aparece entonces la siguiente pantalla:



-Figura 6.37. Opciones exportar a NM3D

En esta pantalla, se selecciona Pórticos biempotrados, dado que se unen con placas de anclaje a la cimentación por un lado y al muro por el otro, Pandeo en pórticos traslacionales, generación de pórticos 3D y no se van a agrupar los planos.

El programa genera una nueva obra en NM3D, y se abren una serie de ventanas para definir los Datos de la obra donde se introducen las características de la nuestra:



Nueva obra

Normas

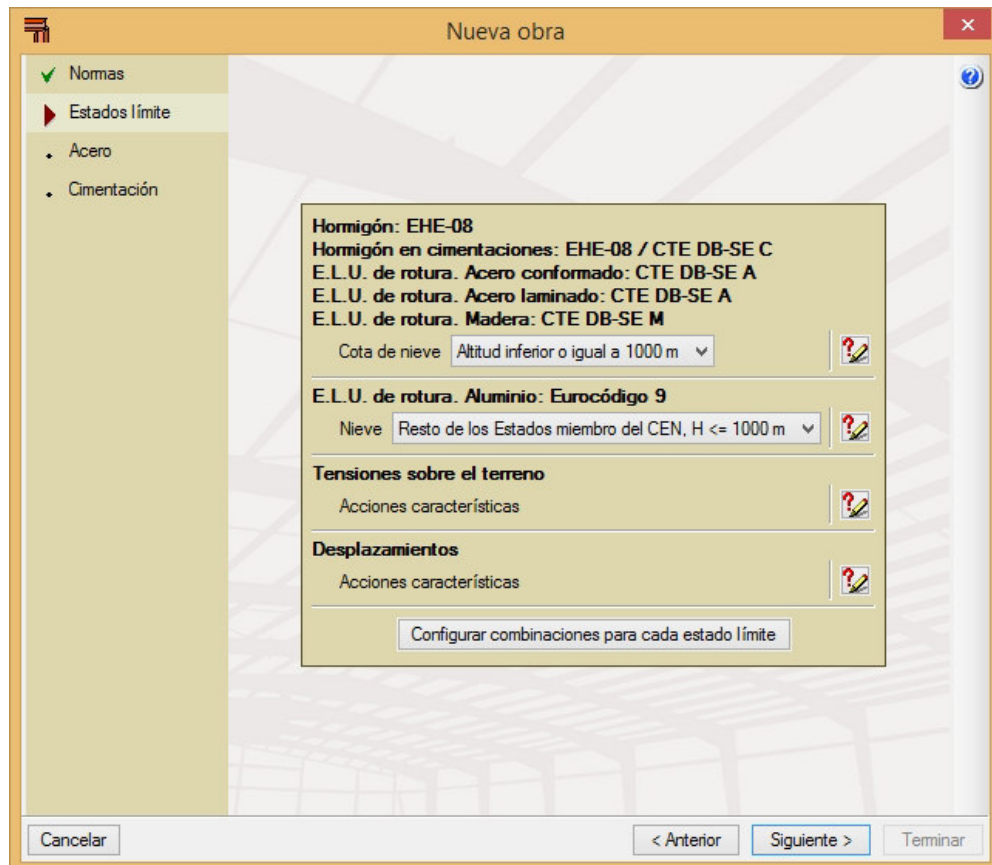
- Estados límite
- Acero
- Cimentación

Hormigón	EHE-08 (España)	← CTE
Aceros conformados	CTE DB-SE A (España)	
Aceros laminados	CTE DB-SE A (España)	
Madera	CTE DB-SE M (España)	
Aluminio	Eurocódigo 9	
Cimentación	Criterio del CTE DB-SE-C	

☐ Con sismo dinámico

Cancelar < Anterior Siguiente > Terminar

-Figura 6.38. Nueva obra NM3D. Normas.



Nueva obra

Estados límite

- Normas
- Acero
- Cimentación

Hormigón: EHE-08
Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C
E.L.U. de rotura. Acero conformado: CTE DB-SE A
E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB-SE A
E.L.U. de rotura. Madera: CTE DB-SE M

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

E.L.U. de rotura. Aluminio: Eurocódigo 9
 Nieve: Resto de los Estados miembro del CEN, H <= 1000 m

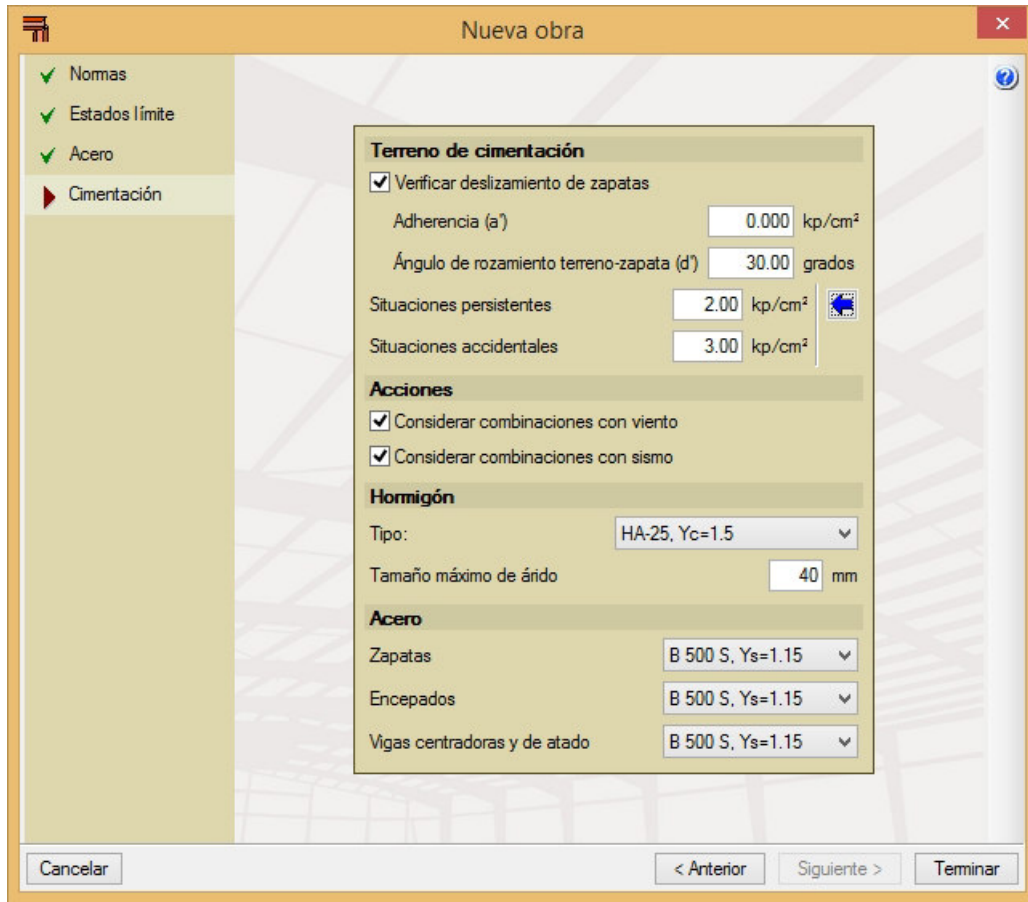
Tensiones sobre el terreno
 Acciones características

Desplazamientos
 Acciones características

Configurar combinaciones para cada estado límite

Cancelar < Anterior Siguiente > Terminar

-Figura 6.39. Nueva obra NM3D. Estados límite.



Nueva obra

- ✓ Normas
- ✓ Estados límite
- ✓ Acero
- Cimentación

Terreno de cimentación

- ☒ Verificar deslizamiento de zapatas
- Adherencia (a') 0.000 kp/cm²
- Ángulo de rozamiento terreno-zapata (d') 30.00 grados
- Situaciones persistentes 2.00 kp/cm²
- Situaciones accidentales 3.00 kp/cm²

Acciones

- ☒ Considerar combinaciones con viento
- ☒ Considerar combinaciones con sismo

Hormigón

- Tipo: HA-25, $Y_c=1.5$
- Tamaño máximo de árido 40 mm

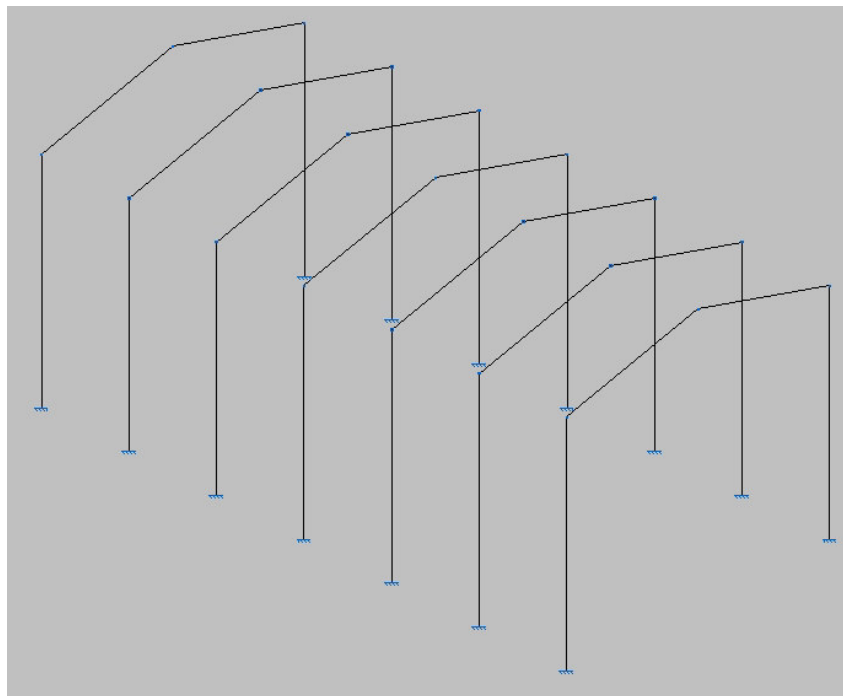
Acero

- Zapatas B 500 S, $Y_s=1.15$
- Encepados B 500 S, $Y_s=1.15$
- Vigas centradoras y de atado B 500 S, $Y_s=1.15$

Cancelar < Anterior Siguiente > Terminar

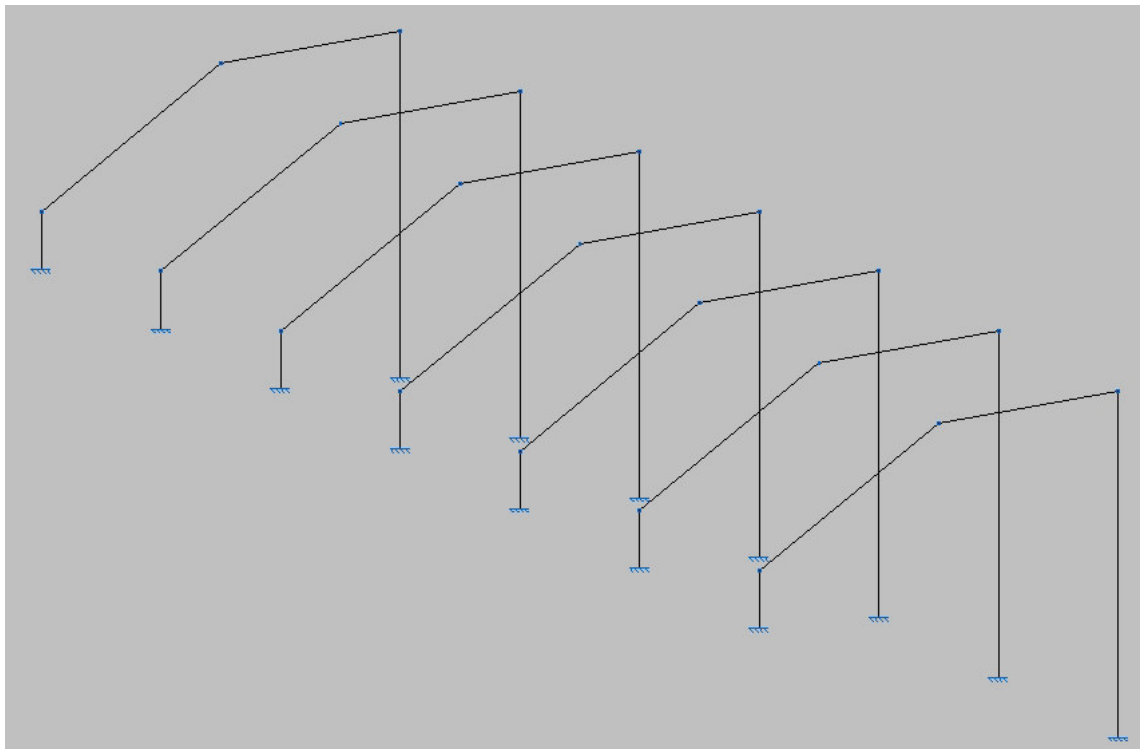
-Figura 6.40. Nueva obra NM3D. Cimentación.

Y finalmente se abre una nueva obra en NM3D, con los 7 pórticos:



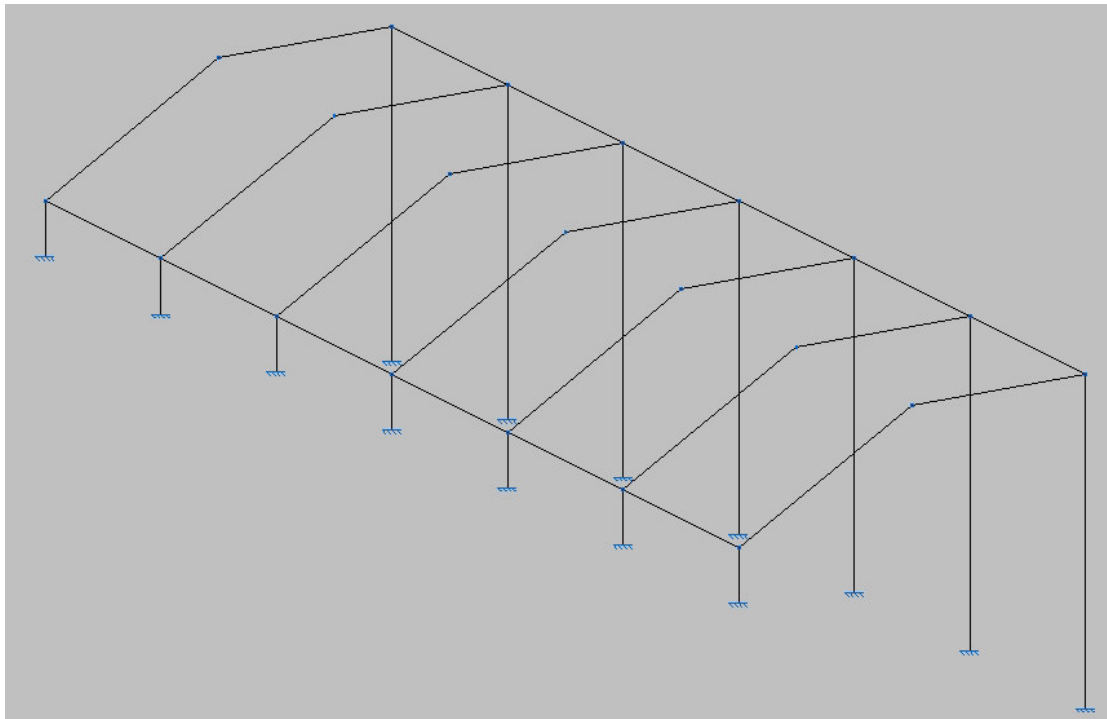
-Figura 6.41. Nueva obra NM3D.

Para adecuar la obra exportada a nuestro caso, se desplazan los nudos de uno de los lados 10 m para simular a su posición empotrado en el Muro. Para ello se utiliza la opción *Nudo->Mover*, se selecciona cada nudo y se le da un desplazamiento de 10 m en la dirección Z, y queda:



-Figura 6.42. Mover Nudo.

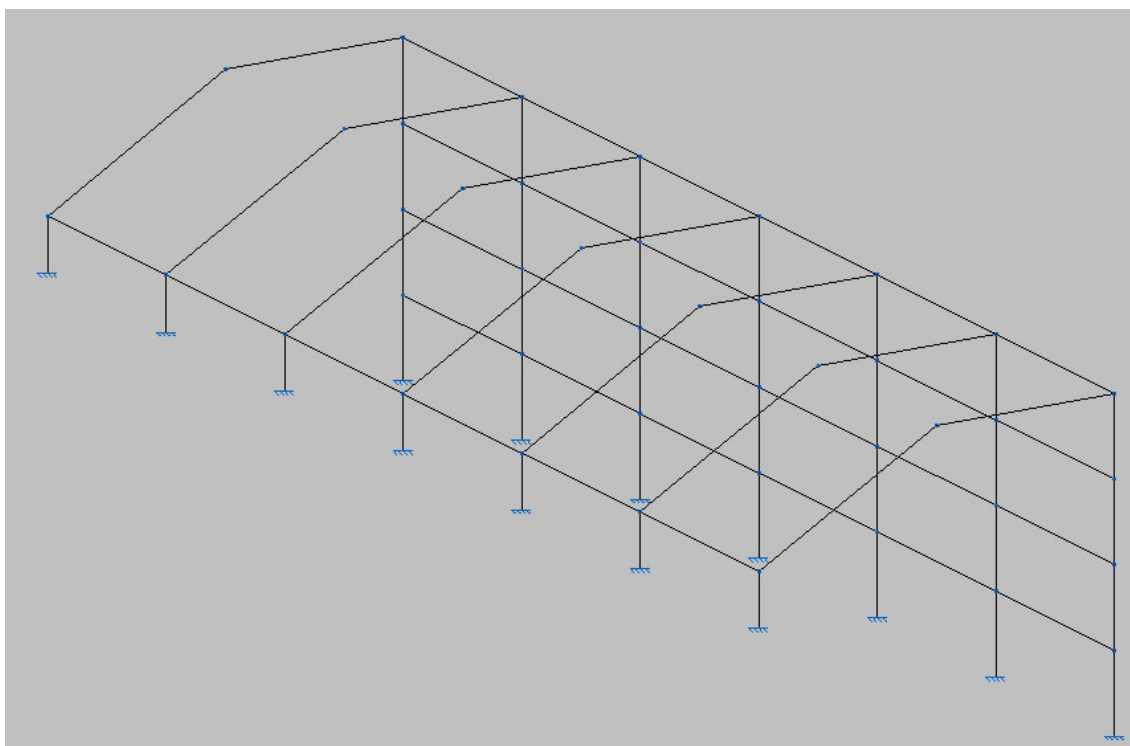
Para rigidizar el movimiento en la dirección perpendicular a los pórticos, e impedir la deformación y el movimiento en tal dirección se dispone una viga en los vértices de los pórticos. Esto se realiza desde *Barra->Nueva*, y se selecciona los nudos entre los que se dispone la barra:



-Figura 6.43. Barras entre pórticos.



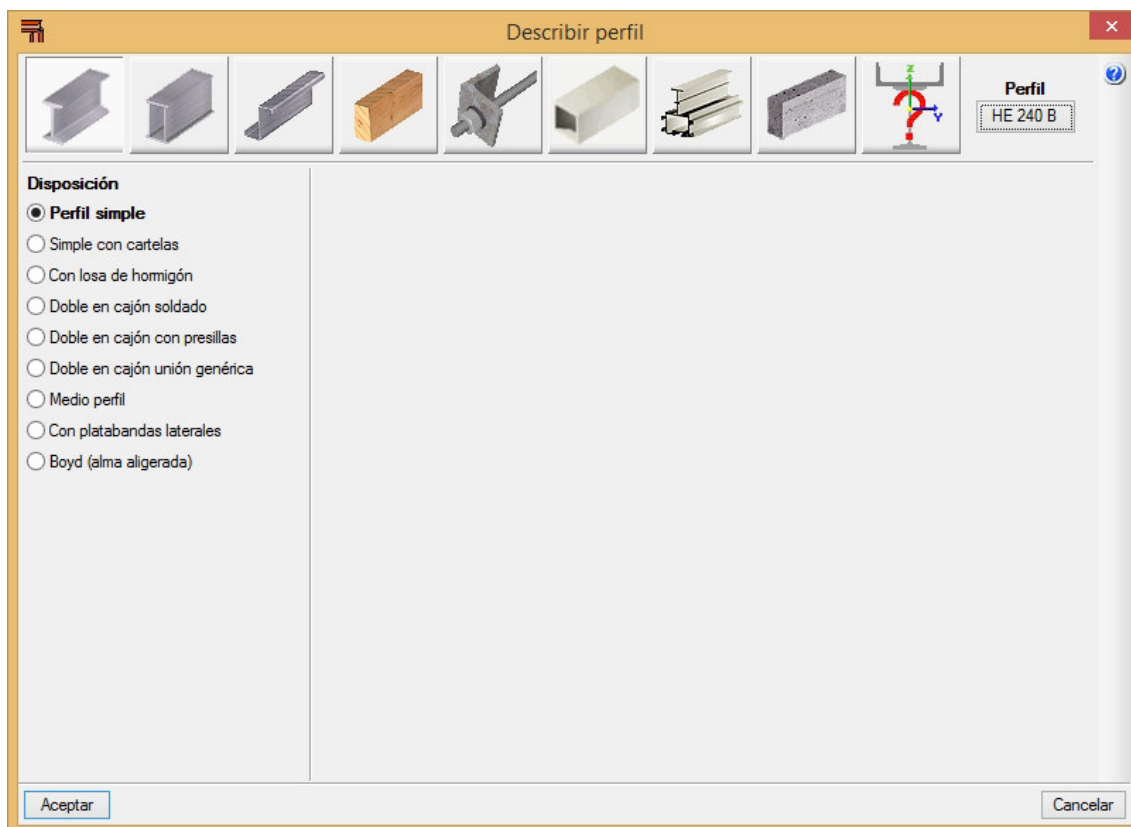
Dada la esbeltez del lado que no ha sido recortado, se crean barras entre los pórticos equidistantes a modo de arriostramiento entre pórticos. Para ello se generan los nudos mediante *Nudo->Generar Nudo*, y se introducen las barras desde *Barra->Nueva*:



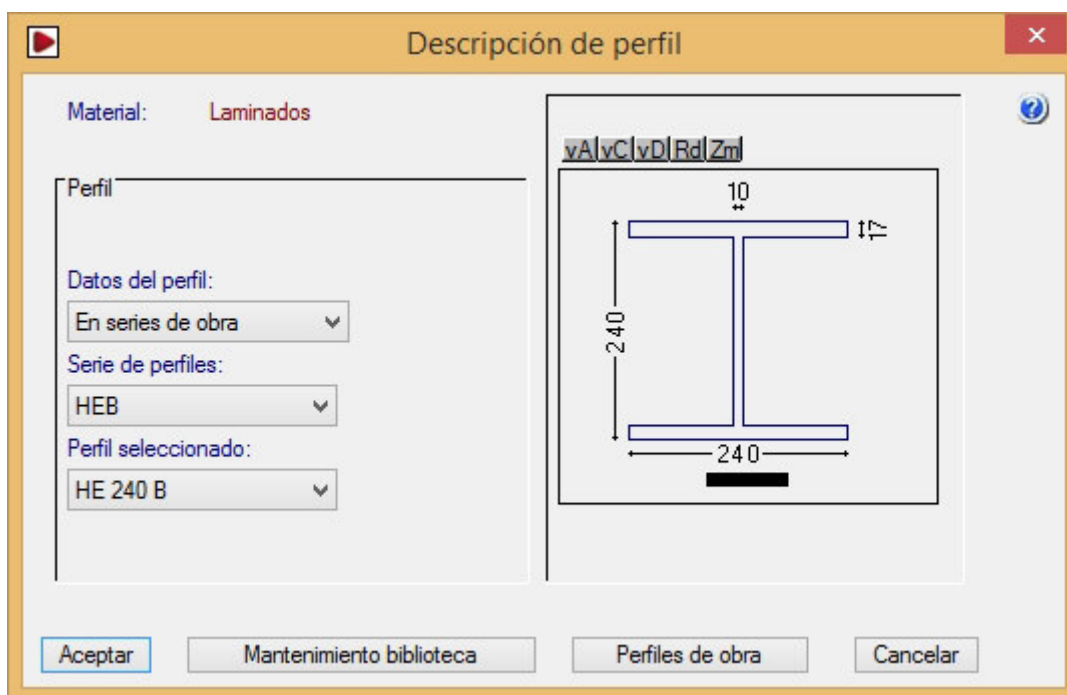
-Figura 6.44. Barras de arriostramiento.

Una vez que ya se ha definido la geometría, se define el tipo de perfil de las barras. Para todas las barras se elige un perfil HEB-240, excepto para las barras de arriostramiento, que se ha seleccionado un perfil HEB-120.

Para ello, desde *Barra->Describir perfil* y se seleccionan las barras. Se pulsa el botón derecho para aceptar y aparece la siguiente pantalla, donde se selecciona la disposición del perfil, y el tipo de perfil:



-Figura 6.45. Describir perfil.



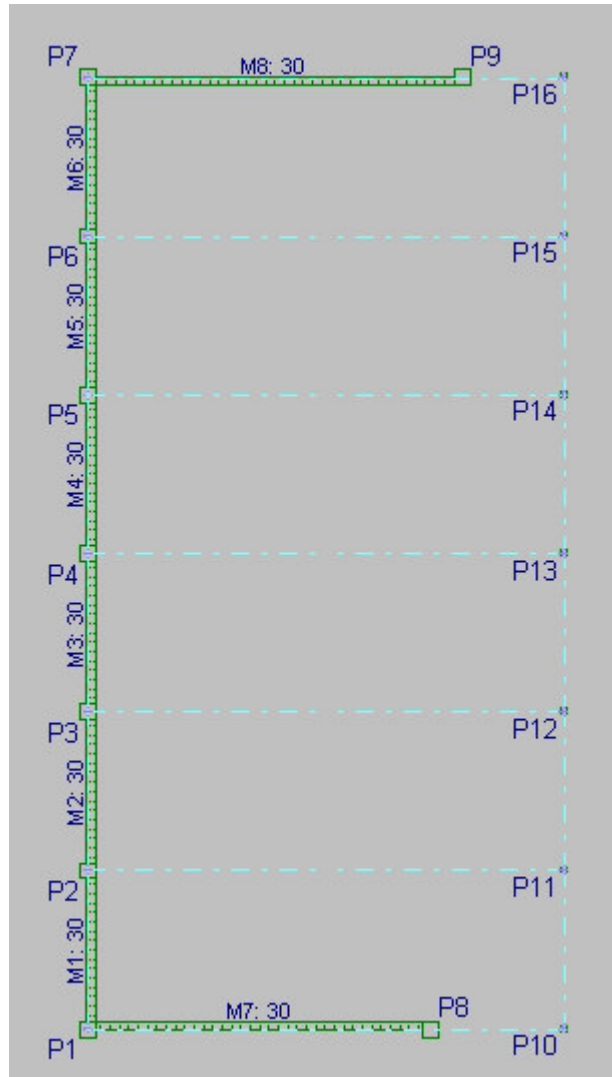
-Figura 6.46. Descripción del perfil.

6.3.2.6. OPCIÓN FRONTÓN SEMICUBIERTO HORMIGÓN FASE II.

Dado que ya se han definido la estructura de pilares, muro y cimentación en la Fase I en el apartado 6.3.2.4. y la estructura metálica de la cubierta con el módulo NM3D, para la fase II se parte de la obra Fase I y se exporta la estructura de NM3D.



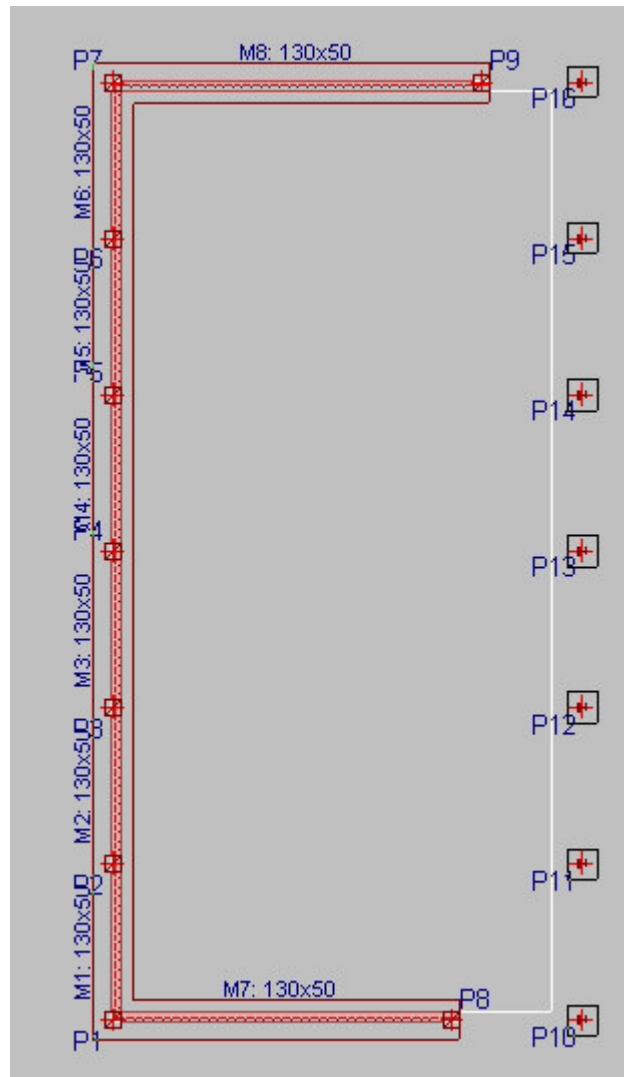
Para ello, desde la Pestaña Entrada de vigas, en el Menú *Obra->Estructuras 3D Integradas->Importar una Obra desde Nuevo Metal 3D* y se selecciona el archivo de NM3D de la cubierta. Con las opciones de Girar y mover del Menú *Obra->Estructuras 3D Integradas*, se ajusta la obra de NM3D para que apoye en los pilares definidos, con lo que queda:



-Figura 6.47. Importar cubierta desde NM3D.

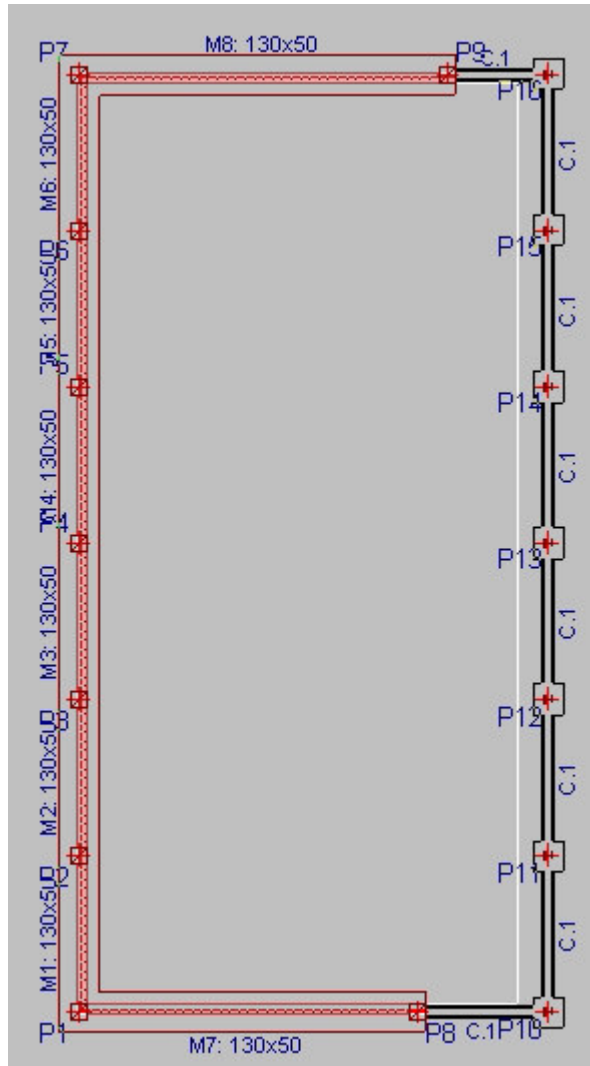
El siguiente paso consiste en definir la cimentación de los pilares del lado que no apoya en el muro de la Pared Izquierda. La cimentación de los pilares se ha definido mediante zapatas aisladas y vigas de atado entre ellas que ayudan a las zapatas aisladas.

Para ello en CypeCAD, desde la Pestaña entrada de vigas, en el Menú *Cimentación-> Elementos de Cimentación->Nuevo* aparecen diferentes opciones de cimentación. Se selecciona elementos de un solo pilar, Zapata cuadrada, que es el que se ajusta a nuestro caso, y se posiciona con el cursor en tales pilares. Por defecto las dimensiones de estas zapatas serán de 1 m de lado y 30 cm de canto. Estas dimensiones se ajustarán en el cálculo. Con lo que queda:



-Figura 6.48. Introducción de zapatas en pilares.

Se definen a continuación las vigas de atado que añaden rigidez y ayudan al trabajo conjunto de las zapatas aisladas para transmitir los esfuerzos al terreno. Para ello desde el Menú *Cimentación* > *Vigas centradoras y de atado* > *Entrar viga* y a continuación se seleccionan los elementos entre los que se disponen tales vigas, que son los pilares y la zapata corrida de los muros de fase I, con lo que queda:

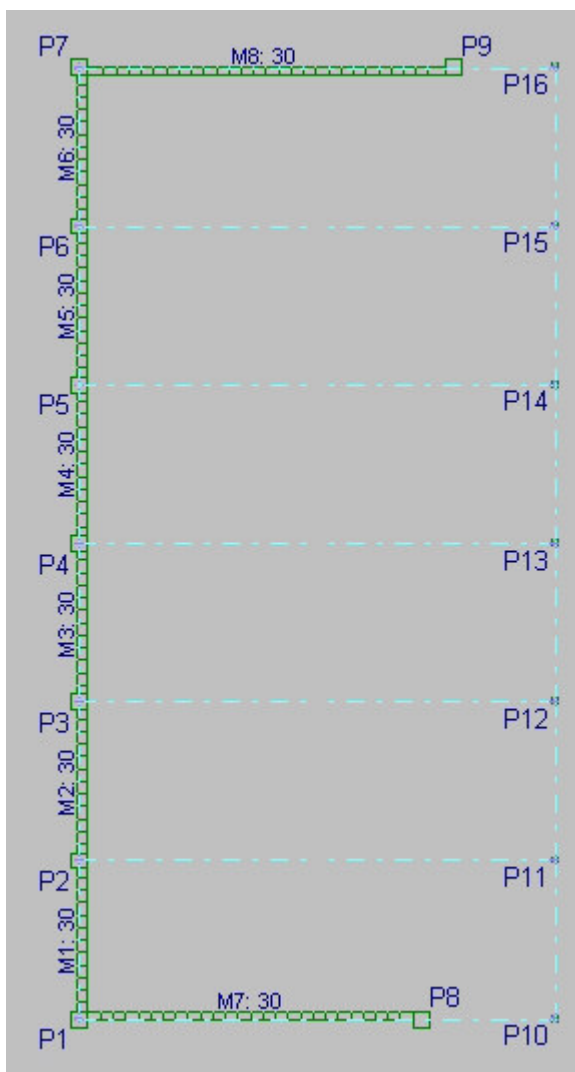


-Figura 6.49. Introducción de vigas de atado.

6.3.2.7. OPCIÓN FRONTÓN SEMICUBIERTO FÁBRICA FASE II.

Dado que ya se han definido la estructura de pilares, muro y cimentación en la Fase I en el apartado 6.3.2.5. y la estructura metálica de la cubierta con el módulo NM3D, para la fase II se parte de la obra Fase I y se exporta la estructura de NM3D.

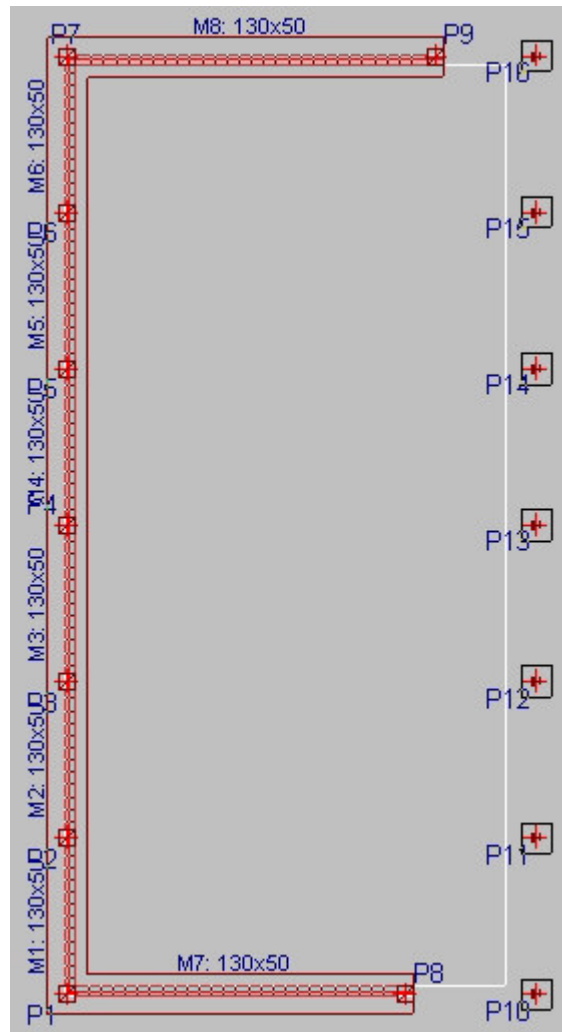
Para ello, desde la Pestaña Entrada de vigas, en el Menú *Obra->Estructuras 3D Integradas->Importar una Obra desde Nuevo Metal 3D* y se selecciona el archivo de NM3D de la cubierta. Con las opciones de Girar y mover del Menú *Obra->Estructuras 3D Integradas*, se ajusta la obra de NM3D para que apoye en los pilares definidos, con lo que queda:



-Figura 6.50. Importar cubierta desde NM3D.

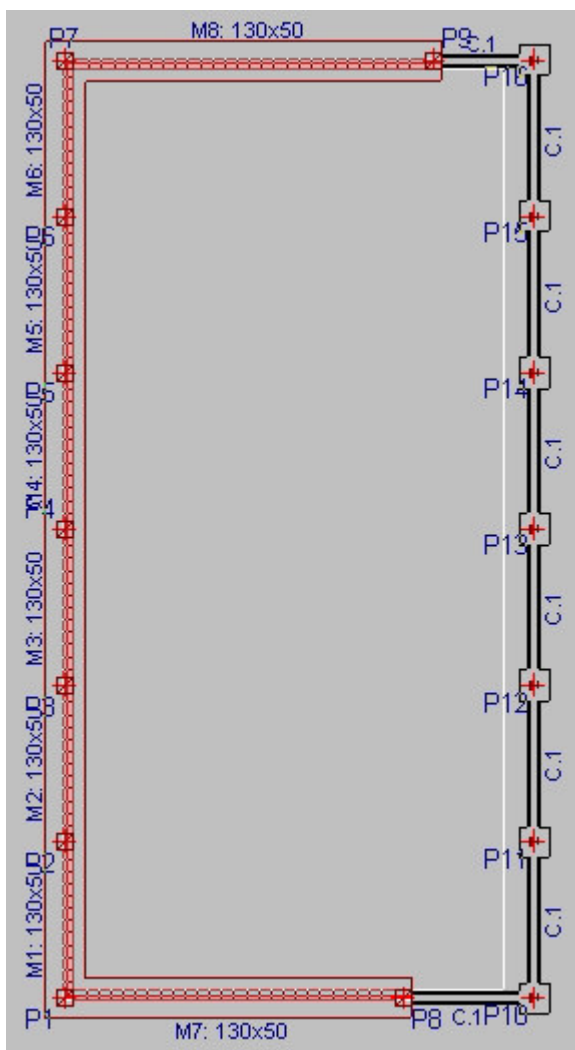
El siguiente paso consiste en definir la cimentación de los pilares del lado que no apoya en el muro de la Pared Izquierda. La cimentación de los pilares se ha definido mediante zapatas aisladas y vigas de atado entre ellas que ayudan a las zapatas aisladas.

Para ello en CypeCAD, desde la Pestaña entrada de vigas, en el Menú *Cimentación*-> *Elementos de Cimentación*-> *Nuevo* aparecen diferentes opciones de cimentación. Se selecciona elementos de un solo pilar, Zapata cuadrada, que es el que se ajusta a nuestro caso, y se posiciona con el cursor en tales pilares. Por defecto las dimensiones de estas zapatas serán de 1 m de lado y 30 cm de canto. Estas dimensiones se ajustarán en el cálculo. Con lo que queda:



-Figura 6.51. Introducción de zapatas en pilares.

Se definen a continuación las vigas de atado que añaden rigidez y ayudan al trabajo conjunto de las zapatas aisladas para transmitir los esfuerzos al terreno. Para ello desde el Menú *Cimentación* > *Vigas centradoras y de atado* > *Entrar viga* y a continuación se seleccionan los elementos entre los que se disponen tales vigas, que son los pilares y la zapata corrida de los muros de fase I, con lo que queda:



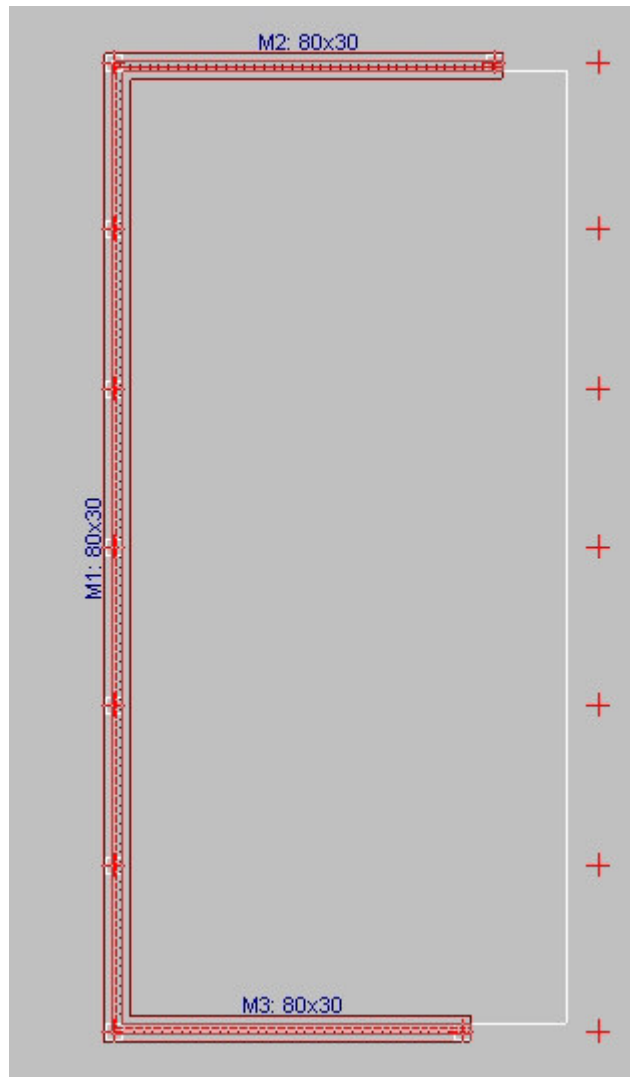
-Figura 6.52. Introducción de vigas de atado.

6.4. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

6.4.1. OPCIÓN FRONTÓN DESCUBIERTO HORMIGÓN.

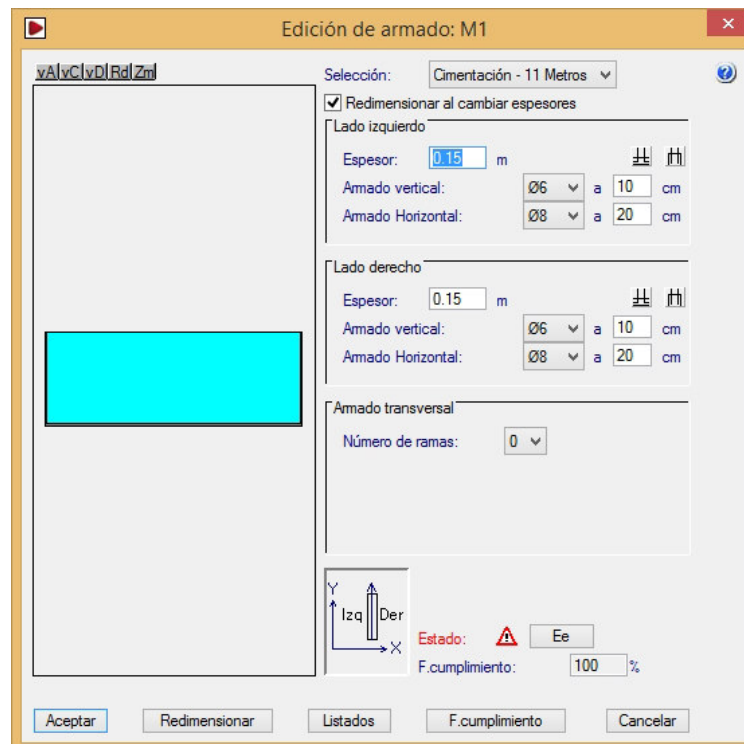
Una vez definida la estructura, se realiza el cálculo, desde la pestaña *Entrada de vigas*, en el Menú *Calcular->Calcular la obra (incluso cimentación)* de acuerdo al CTE.

Para esta opción, el cálculo no muestra errores, sólo nos recuerda que no se ha comprobado la resistencia al fuego de la estructura. Sin embargo, si se han redimensionado la cimentación, haciéndola más pequeña, resultando para todos los muros de 80 cm x 30 cm de canto, por lo que utilizaremos estas dimensiones de cimentación:



-Figura 6.53. Resultados Cálculo Opción Frontón descubierto Hormigón

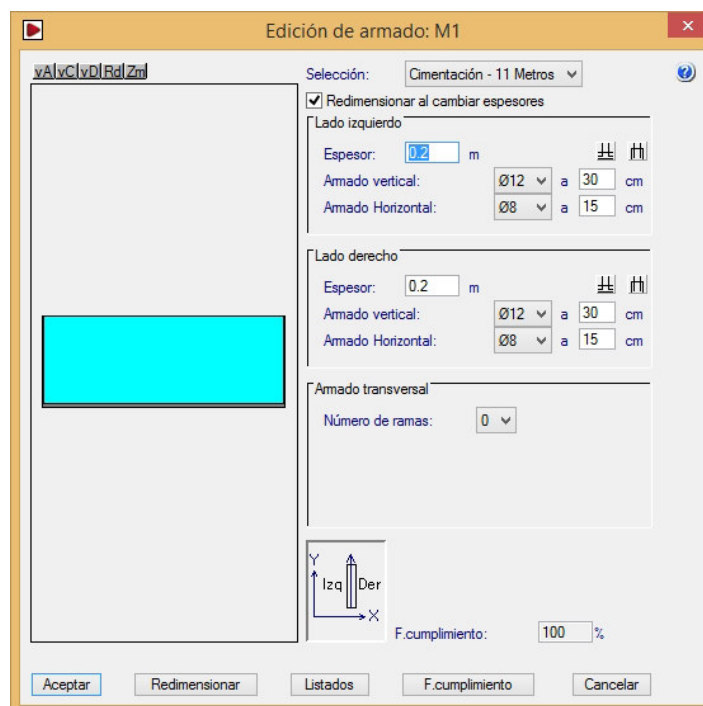
Revisando los resultados de cálculo para los muros, la estructura no cumple con el espesor mínimo por esbeltez, esto puede comprobarse en la pestaña *Resultados*, en el Menú *Vigas/Muros->Editar Muros*:



-Figura 6.54. Opción Frontón descubierto Hormigón. Espesor insuficiente por esbeltez.

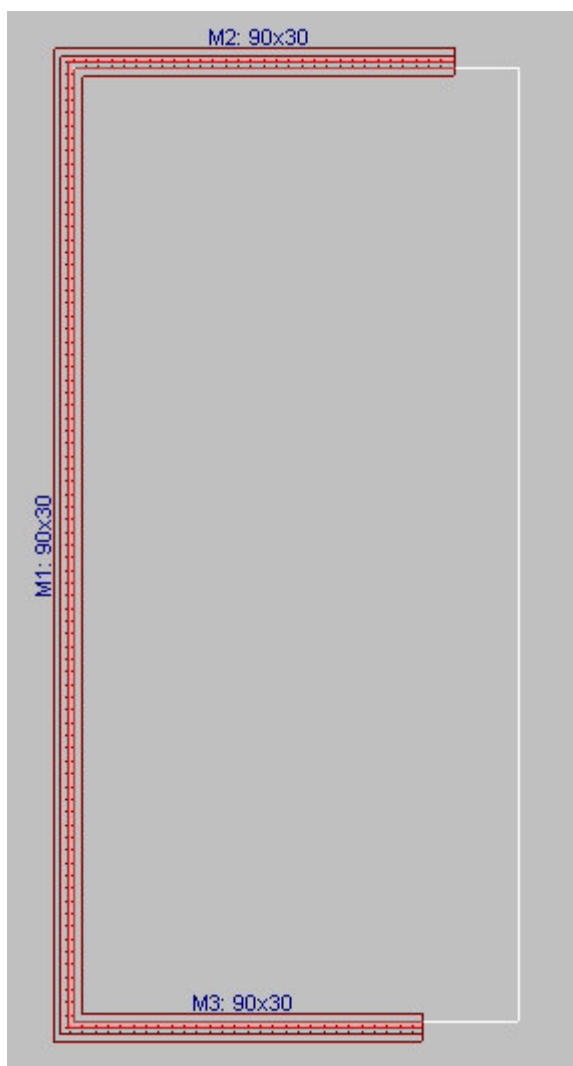
Para cumplir con el espesor mínimo por esbeltez, se aumenta el espesor del muro hasta 40 cm, es decir 20 cm a cada lado. Se modifica este dato en la misma pantalla de edición de muros y se realiza el desplazamiento correspondiente con la ayuda de una nueva plantilla de AutoCAD con la nueva posición.

Se realiza nuevamente el cálculo y se comprueba que no aparece la alerta de espesor mínimo por esbeltez:



-Figura 6.55. Opción Frontón descubierto Hormigón. Espesor muro 40 cm.

El dimensionamiento de la cimentación para muros de 40 mm de espesor queda de 90 x 30 cm de canto:

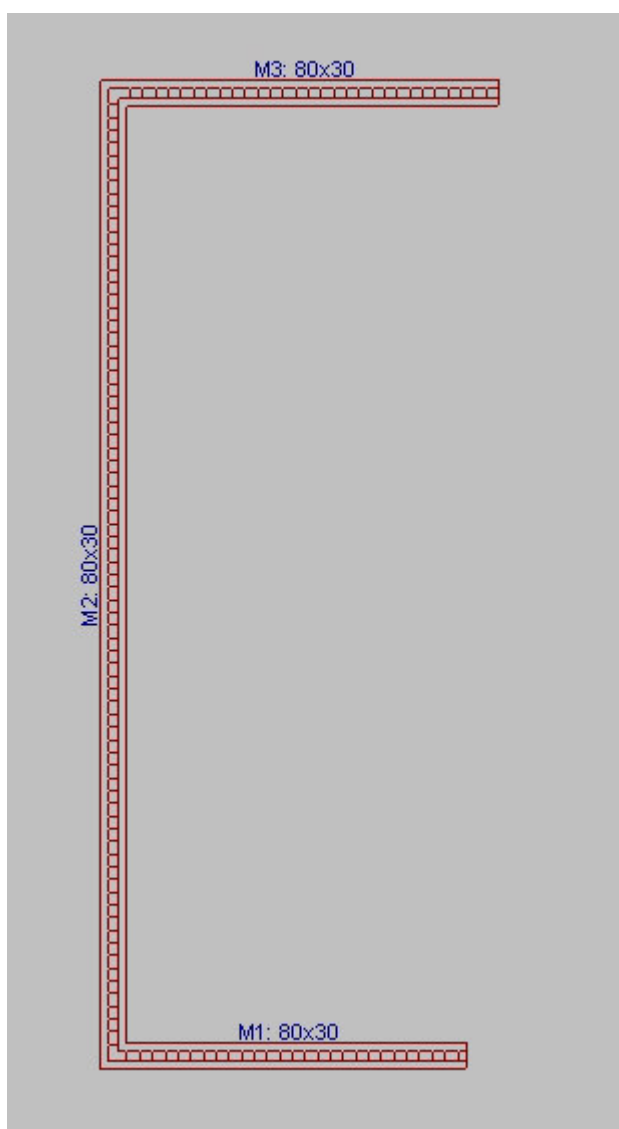


-Figura 6.56. Resultados Cálculo Opción Frontón descubierto Hormigón espesor 40 cm

6.4.2. OPCIÓN FRONTÓN DESCUBIERTO FÁBRICA.

Una vez definida la estructura, se realiza el cálculo, desde la pestaña *Entrada de vigas*, en el Menú *Calcular->Calcular la obra (incluso cimentación)* de acuerdo al CTE.

Para esta opción, el cálculo no muestra errores, sólo nos recuerda que no se ha comprobado la resistencia al fuego de la estructura. Sin embargo, si se han redimensionado la cimentación, haciéndola más pequeña, resultando para todos los muros de 80 cm x 30 cm de canto, por lo que utilizaremos estas dimensiones de cimentación:



-Figura 6.57. Resultados Cálculo Opción Frontón descubierto Fábrica

6.4.3. ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA.

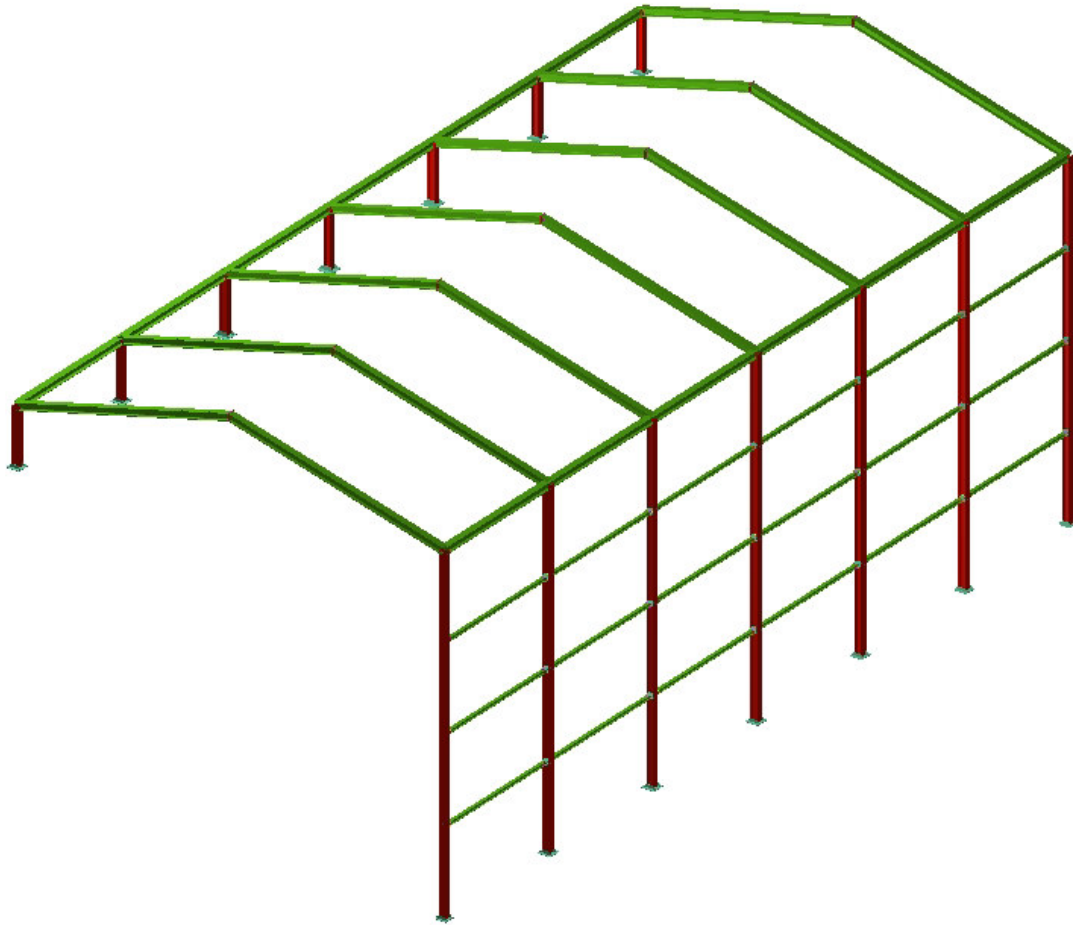
Una vez que ha sido definida la estructura de cubierta se, calcula según el método de E.L.U. del CTE.

Para ello se realiza el cálculo de la estructura desde el Menú *Cálculo->Calcular*. Puesto que no aparece ningún error, la estructura cumple.

Se definen las placas de anclaje que conectarán la estructura metálica con los pilares de los muros y con las zapatas de cimentación desde el Menú *Placas de anclaje->Generar*, y se crean así las placas de anclaje de los nudos con vinculación exterior.

Se calculan también las Uniones en los nudos desde el Menú *Uniones->Calcular*.

Se muestra a continuación una vista 3D de la estructura definida y calculada:

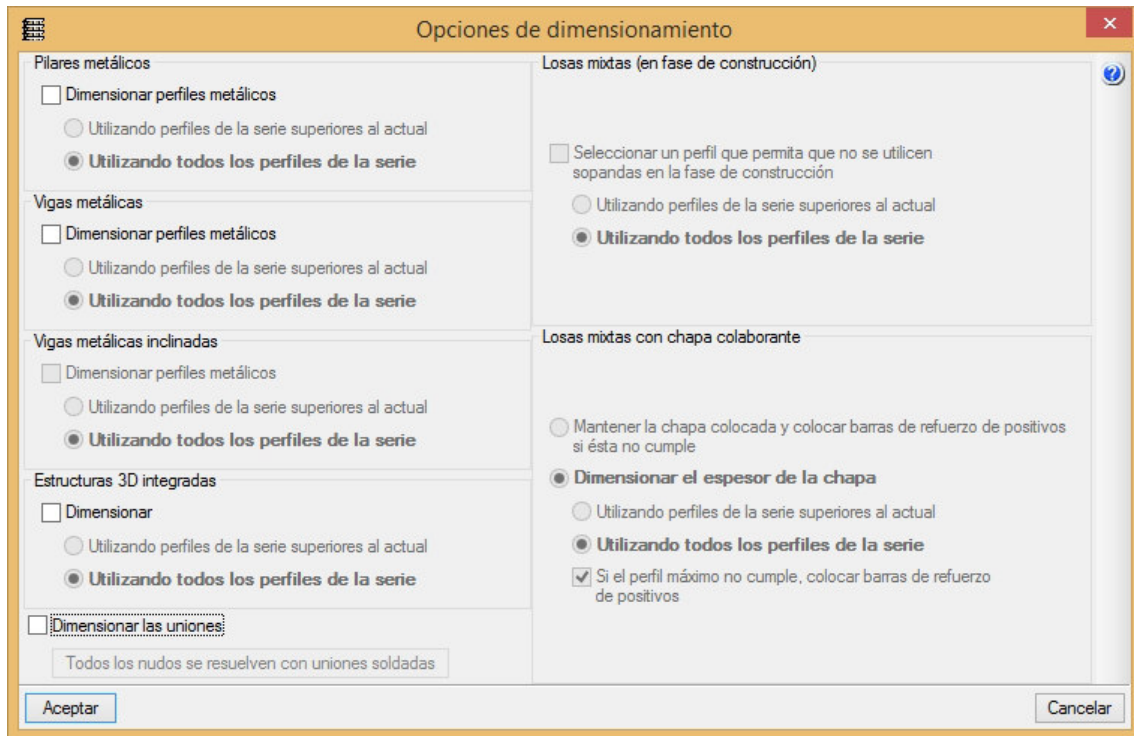


-Figura 6.58. Cálculo Cubierta

6.4.4. OPCIÓN FRONTÓN SEMICUBIERTO HORMIGÓN.

Una vez que se ha definido la obra, se realiza el cálculo de la estructura mediante CypeCAD, de acuerdo a E.L.U. del CTE y de la instrucción EHE-08.

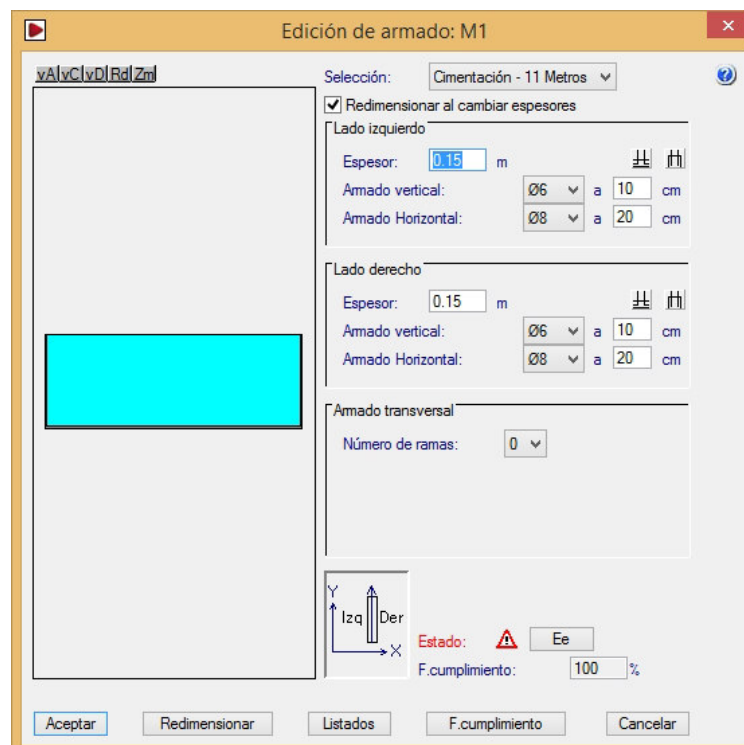
Para ello, desde el la pestaña Entrada de vigas, en el Menú *Calcular->Calcular la obra (incluso cimentación)* el programa realiza los cálculos de la obra. Dado que la obra cuenta con una estructura 3D integrada metálica aparece la siguiente pantalla:



-Figura 6.59. Opciones de dimensionamiento

Se han desactivado todas las opciones puesto que la estructura metálica ha sido calculada con NM3D.

Revisando los resultados de cálculo para los muros, la estructura no cumple con el espesor mínimo por esbeltez, esto puede comprobarse en la pestaña *Resultados*, en el Menú *Vigas/Muros->Editar Muros*:

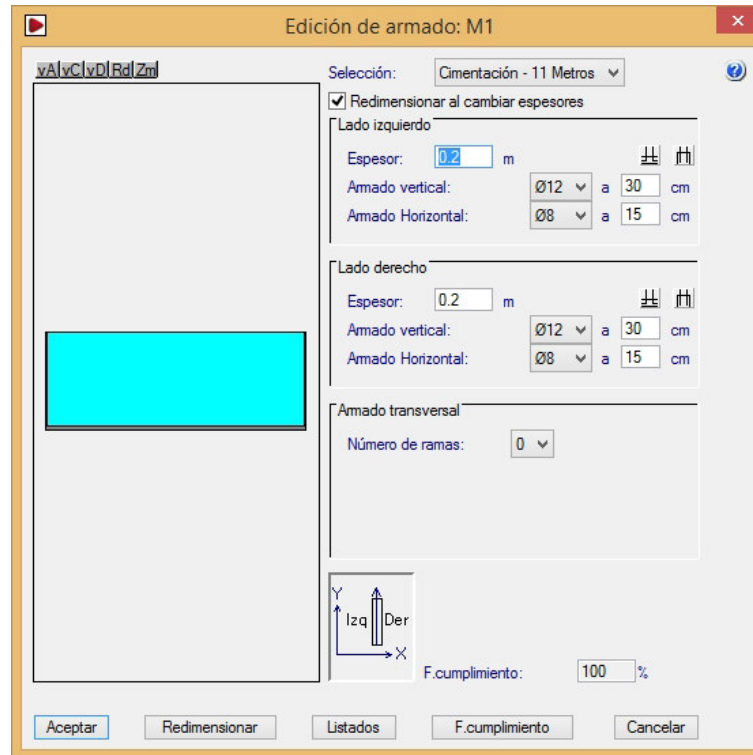


-Figura 6.60. Opción Frontón semicubierto Hormigón. Espesor insuficiente por esbeltez.



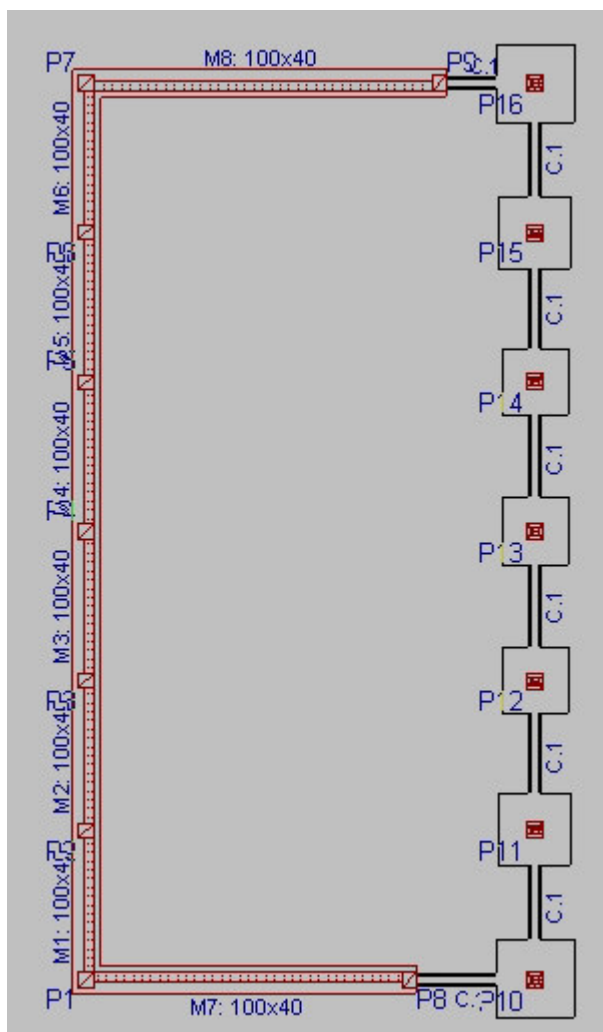
Para cumplir con el espesor mínimo por esbeltez, se aumenta el espesor del muro hasta 40 cm, es decir 20 cm a cada lado. Se modifica este dato en la misma pantalla de edición de muros y se realiza el desplazamiento correspondiente con la ayuda de una nueva plantilla de AutoCAD con la nueva posición.

Se realiza nuevamente el cálculo y se comprueba que no aparece la alerta de espesor mínimo por esbeltez:



-Figura 6.61. Opción Frontón semicubierto Hormigón. Espesor muro 40 cm.

Tras el cálculo se observa que se han redimensionado las cimentaciones haciendo más pequeña las cimentaciones de los muros, (100 x 40) y más grandes las cimentaciones de las zapatas aisladas, 225x225x75 para los pilares P12, P13, P14, 2445x245x55 para los pilares P11, P15 y 265x265x55 para los pilares P10 y P16:



-Figura 6.62. Dimensionamiento Opción Frontón semicubierto Hormigón

Dado que el Frontón semicubierto puede realizarse en dos Fases, se comprueba que para las dimensiones de la cimentación calculadas para la Fase II, la estructura portante cumple.

Se procede entonces a adaptar la obra diseñada para Fase I a esta cimentación.

Para ello se abre la obra creada como “FRONTÓN SEMICUBIERTO HORMIGÓN FASE I” y en la pestaña Resultados en el Menú *Cimentación-> Elementos de cimentación-> Editar* y se seleccionan los muros a editar. Se cambian las dimensiones y el armado de acuerdo a los resultados obtenidos en el cálculo y dimensionamiento. Se ajusta la geometría de la zapata según la siguiente figura:



-Figura 6.63. Geometría Zapata. Opción Frontón semicubierto Hormigón Fase I

Se ajusta el Armado inferior de la zapata según la siguiente figura:

-Figura 6.64. Geometría Zapata Armado inferior. Opción Frontón semicubierto Hormigón Fase I

Se ajusta el Armado superior de la zapata según la siguiente figura:

-Figura 6.65. Geometría Zapata Armado superior. Opción Frontón semicubierto Hormigón Fase I

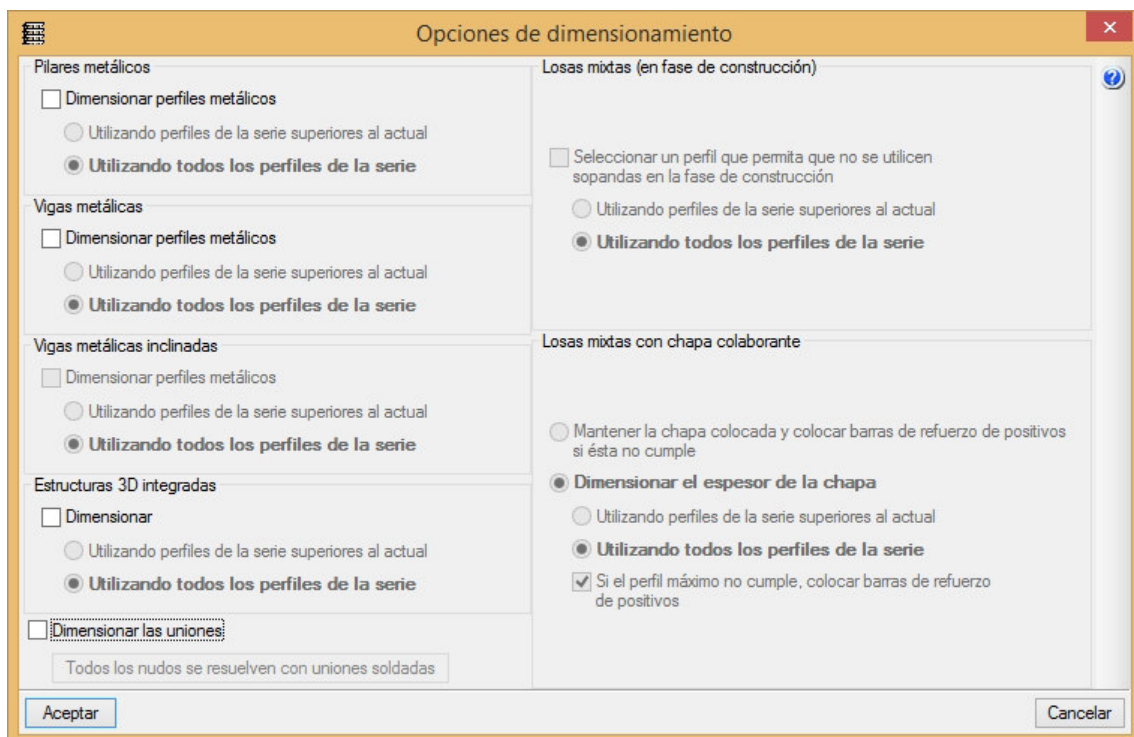
En el mismo menú se pulsa sobre el botón *Comprobación* para garantizar que la cimentación cumple.

Se comprueba la estructura desde el Menú *Calcular-> Calcular la obra (sin dimensionar la cimentación)*

6.4.5. OPCIÓN FRONTÓN SEMICUBIERTO FÁBRICA.

Una vez que se ha definido la obra, se realiza el cálculo de la estructura mediante CypeCAD, de acuerdo a E.L.U. del CTE y de la instrucción EHE-08.

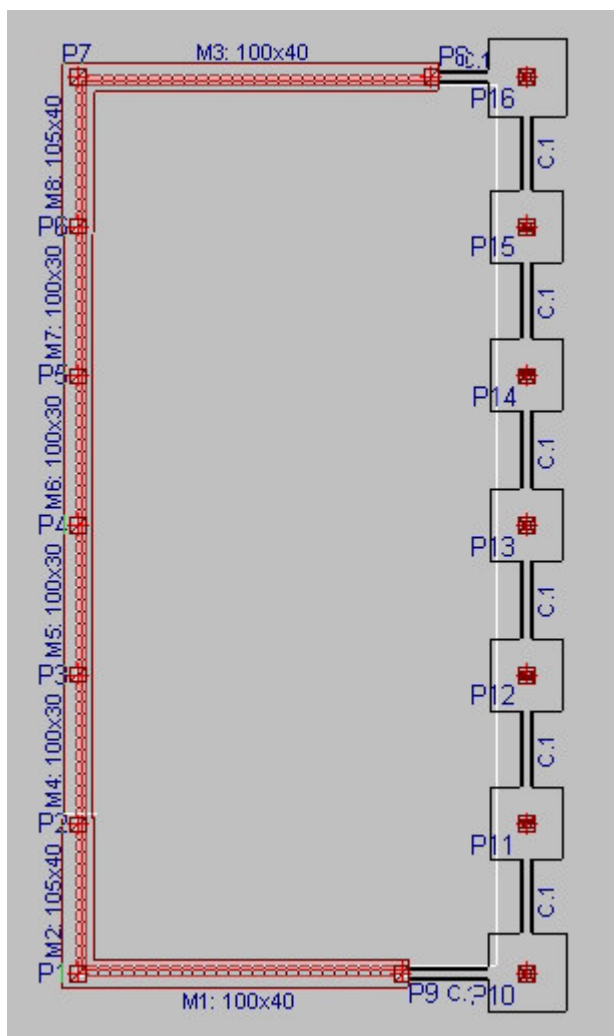
Para ello, desde el la pestaña Entrada de vigas, en el Menú *Calcular->Calcular la obra (incluso cimentación)* el programa realiza los cálculos de la obra. Dado que la obra cuenta con una estructura 3D integrada metálica aparece la siguiente pantalla:



-Figura 6.66. Opciones de dimensionamiento

Se han desactivado todas las opciones puesto que la estructura metálica ha sido calculada con NM3D.

Tras el cálculo se observa que se han redimensionado las cimentaciones haciendo más pequeña las cimentaciones de los muros, resultando 100 x 40 para M1, M3, 100 x 30 para M4, M5, M6, M7, 105 x 40 para M2 y M8 y más grandes las cimentaciones de las zapatas aisladas, 245x245x65 para los pilares P11, P12, P13, P14, P15; 265x265x60 para P10 y 265 x 265 x 65 para P16:



-Figura 6.67. Dimensionamiento Opción Frontón semicubierto Fábrica

Dado que el Frontón semicubierto puede realizarse en dos Fases, se comprueba que para las dimensiones de la cimentación calculadas para la Fase II, la estructura portante cumple.

Se procede entonces a adaptar la obra diseñada para Fase I a esta cimentación.

Para ello se abre la obra creada como “FRONTÓN SEMICUBIERTO FÁBRICA FASE I” y en la pestaña Resultados en el Menú *Cimentación-> Elementos de cimentación-> Editar* y se seleccionan los muros a editar. Se cambian las dimensiones y el armado de acuerdo a los resultados obtenidos en el cálculo y dimensionamiento. Se ajusta la geometría de la zapata según la siguiente figura:



-Figura 6.68. Geometría Zapata. Opción Frontón semicubierto Fábrica Fase I

Se ajusta el Armado de la zapata como en la siguiente figura:

-Figura 6.69. Geometría Zapata Armado. Opción Frontón semicubierto Fábrica Fase I

En el mismo menú se pulsa sobre el botón *Comprobación* para garantizar que la cimentación cumple.

Se comprueba la estructura desde el Menú *Calcular-> Calcular la obra (sin dimensionar la cimentación)*



7. Presupuesto

En las páginas siguientes, se muestra el presupuesto para la construcción del frontón, según cada una de las opciones.

Estos presupuestos han sido elaborados con los valores de diferentes bases de precios para la construcción, como son:

- la base de precios del instituto de la construcción de Castilla y León,
- base de precios para la construcción de la comunidad de Madrid,
- generador de precios de CypeCAD

Cada presupuesto se presenta dividido en diferentes capítulos, a su vez divididos en subcapítulos o lo que se conoce como partidas. Cada subdivisión, se encuentra desglosada por los diversos factores que son necesarios para construir una unidad del subcapítulo o partida, (materias primas, mano de obra, costes complementarios...)

Establecido el valor unitario de cada partida o subcapítulo, utilizando entre otros las mediciones proporcionadas por el software CypeCAD para las cantidades de cada partida, se consigue el importe total de cada partida.

Se ha elaborado el presupuesto mediante Excel, dado el carácter académico del proyecto, puesto que de esta forma se tiene un mejor control y conocimiento de los datos utilizados y la manera de su elaboración.

7.1. PRESUPUESTO FRONTÓN DESCUBIERTO FABRICA

INDICE

1	CAPITULO 1. ACTUACIONES PREVIAS
1.1	RETIRADA TIERRA VEGETAL
1.2	REFINO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO
2	CAPITULO 2. CIMENTACIÓN
2.1	EXCAVACIONES
2.2	HORMIGON DE LIMPIEZA
2.3	ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO
3	CAPITULO 3. MUROS
3.1	FABRICA
3.2	ENFOSCADO
3.3	MEDIOS AUXILIARES
4	CAPITULO 4. SUELO
4.1	SOLERA
5	CAPITULO 5. VALLADO
5.1	VALLA
5.2	MEDIOS AUXILIARES
6	CAPITULO 6. PINTADO
6.1	PINTURA
6.2	MEDIOS AUXILIARES

7.1. PRESUPUESTO FRONTÓN DESCUBIERTO FABRICA

		unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE
1	CAPITULO 1. ACTUACIONES PREVIAS				
1.1	RETIRADA TIERRA VEGETAL	m ³	2,37	153,00	362,61
	Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos				
		unidad	cantidad	precio	importe
1.1.1	Peón ordinario de construcción	h	0,03	15,61	0,47
1.1.2	Pala cargadora de cadenas	h	0,03	61,80	1,85
1.1.3	Costes Directos complementarios	%	0,02	2,32	0,05
1.2	REFINO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO	m ²	0,27	512,00	138,24
	Refino y nivelación del terreno por medios mecanicos				
		unidad	cantidad	precio	importe
1.2.1	Motoniveladora 135 CV	h	0,01	51,50	0,26
1.2.2	Costes Directos complementarios	%	0,02	0,26	0,01
2	CAPITULO 2. CIMENTACIÓN				
2.1	EXCAVACIONES	m ³	2,18	12,84	28,04
	Excavación a cielo abierto realizada por debajo de la cota de implantación, en terrenos medios, con medios mecánicos, pala cargadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos y carga directa sobre transporte, según NTE/ADV-1.				
		unidad	cantidad	precio	importe
2.1.1	Pala cargadora neumática 85 cv/1,2 m ³	h	0,02	1,61	0,03
2.1.2	Peón ordinario de construcción	h	0,05	46,40	2,09
2.1.3	Costes Directos complementarios	%	0,03	2,40	0,06
2.2	HORMIGON DE LIMPIEZA	m ²	5,90	53,00	312,55
	Capa de hormigón de limpieza confeccionado en obra HM-10/P/20/IIa, de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 40 mm. y 7 cm. de espesor, dispuesto en la base de la cimentación, elaborado y puesto en obra.				
		unidad	cantidad	precio	importe
2.2.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,04	17,11	0,60
2.2.2	Peón especializado construcción	h	0,07	15,64	1,09
2.2.3	HM-10 N/mm2 Plástica II/A-P/32,5 Tm 40	m ²	0,08	51,10	4,09
2.2.4	Costes Directos complementarios	%	0,02	5,78	0,12

7.1. PRESUPUESTO FRONTÓN DESCUBIERTO FABRICA

2.3	ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO	m ³	148,44	13,01	1931,14
Hormigón armado, confeccionado en obra HA-25/P/40/IIa, de consistencia plástica y tamaño máximo del árido de 40 mm., para ambiente normal con humedad alta, en zapatas, con una cuantía media de 30 kg. de acero B-500-S, incluso recortes, separadores, alambre de atado, vibrado y curado del hormigón, sin incluir encofrado, según EHE.					
		unidad	cantidad	precio	importe
2.3.1	Oficial de primera de la construcción	h	1,00	17,11	17,11
2.3.2	Peón especializado construcción	h	1,00	15,64	15,64
2.3.3	HA-25 N/mm2 plástica II/a-P/32,5 Tm 40	m ³	1,00	61,07	61,07
2.3.4	Vibrador de hormigón. Gaso D=50 c/man	h	0,03	3,49	0,10
2.3.5	B-500-S corrugado	kg	30,00	1,72	51,60
2.3.6	Costes directos complementarios	%	0,02	1,98	2,91
3	CAPITULO 3. MUROS				
3.1	FABRICA	m ³	204,31	178,53	36475,96
Fábrica en muros de 30cm de espesor, construida según normas DB SE-F del CTE y NTE-FFL, con ladrillos cerámicos huecos, de 25x12x7 cm, sentados con mortero de cemento de obra M-5 y aparejados, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza.					
		unidad	cantidad	precio	importe
3.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	5,39	17,11	92,19
3.1.2	Peón especializado construcción	h	2,69	15,64	42,13
3.1.3	Ladrillo hueco doble 25x12x7	m ³	348,82	0,14	48,84
3.1.4	Mortero cemento obra M-5	m ³	0,22	76,90	17,15
3.1.5	Costes Directos complementarios	%	0,02	2,20	4,01
3.2	ENFOSCADO	m ²	14,64	1179,00	17266,02
Enfoscado maestreado bruñido, con mortero de cemento común de dosificación M-15 en paramento horizontal exterior, según NTE-RPE-8.					
		unidad	cantidad	precio	importe
3.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,52	17,11	8,90
3.1.2	Peón ordinario construcción	h	0,26	15,61	4,06
3.1.3	Pasta cemento 1:1 II/A-p/32,5	m ³	0,00	121,52	0,12
3.1.4	Mortero cemento obra M-15	m ²	0,01	91,44	1,28
3.1.5	Costes Directos complementarios	%	0,02	14,36	0,29
3.3	MEDIOS AUXILIARES	m ²	10,83	590,00	6389,70
Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra					
		unidad	cantidad	precio	importe
3.3.1	Alquiler de andamio para una altura de 12 m	m ²	590	10,83	6389,7

7.1. PRESUPUESTO FRONTÓN DESCUBIERTO FABRICA

4	CAPITULO 4. SUELO				
4.1	SOLERA	m ²	19,43	420,00	8162,04

Solera realizada con hormigón HA-25 N/mm2 (H-250) de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 20 mm., con un espesor de 15 cm. reforzada con malla electrosoldada ME 15x15 a diámetro 5-5 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.

		unidad	cantidad	precio	importe
4.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,25	17,11	4,28
4.1.2	Peón especializado construcción	h	0,25	15,64	3,91
4.1.3	HA-25 N/mm2 plástica II/A-P/32,5 Tm 20	m ³	0,15	65,24	9,79
4.1.4	Cemento Portland con adición puzolónica CEM II/A-P/32.5 R, según norma UNE-EN 197-1:2000 envasado	t	0,00	88,89	0,09
4.1.5	Mallazo ME B-500-T 15x15 4-4	m ²	1,00	0,99	0,99
4.1.6	Costes directos complementarios	%	0,02	3,76	0,38

5	CAPITULO 5. VALLADO				
5.1	VALLA	m ²	2,45	129,20	316,48

Valla metálica prefabricada de 2,00 m. de altura y 1 mm. de espesor, con protección de intemperie con chapa ciega y soporte del mismo material tipo omega, separados cada 2 m., considerando 4 usos.

		unidad	cantidad	precio	importe
5.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,02	17,11	0,34
5.1.2	Peón especializado construcción	h	0,02	15,64	0,31
5.1.3	Valla metálica de 2.00 m	m ²	0,05	34,93	1,75
5.1.4	Costes Directos complementarios	%	0,02	1,3536	0,05

5.2	MEDIOS AUXILIARES	m ²	1,61	590,00	949,90
------------	--------------------------	----------------	------	--------	--------

Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra

		unidad	cantidad	precio	importe
5.2.1	Alquiler de andamio para una altura de 12 m	m ²	590	1,61	949,9

7.1. PRESUPUESTO FRONTÓN DESCUBIERTO FABRICA

6	CAPITULO 6. PINTADO				
6.1	PINTURA				1743,10
	Pintado y señalización de todas las líneas que delimitan la pista con pintura de resinas acrílicas				
6.1.1	Oficial de primera de pintura	h	36,00	17,11	615,96
6.1.2	Ayudante de pintura	h	52,00	15,84	823,68
6.1.3	Pintura agua resinas acrílicas para instalaciones deportivas	l	24,00	11,22	269,28
6.1.4	Costes directos complementarios	%	0,02	0,88	34,18
6.2	MEDIOS AUXILIARES		m ²	1,61	590,00
	Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra				

TOTAL	75025,68	EUROS
--------------	-----------------	--------------

7.2. PRESUPUESTO FRONTÓN DESCUBIERTO HORMIGÓN

INDICE

1	CAPITULO 1. ACTUACIONES PREVIAS
1.1	RETIRADA TIERRA VEGETAL
1.2	REFINO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO
2	CAPITULO 2. CIMENTACIÓN
2.1	EXCAVACIONES
2.2	HORMIGON DE LIMPIEZA
2.3	ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO
3	CAPITULO 3. MUROS
3.1	SOPORTE
3.2	PULIDO
3.3	MEDIOS AUXILIARES
4	CAPITULO 4. SUELO
4.1	SOLERA
5	CAPITULO 5. VALLADO
5.1	VALLA
5.2	MEDIOS AUXILIARES
6	CAPITULO 6. PINTADO
6.1	PINTURA
6.2	MEDIOS AUXILIARES

7.2. PRESUPUESTO FRONTÓN DESCUBIERTO HORMIGÓN

					unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE
1CAPITULO 1. ACTUACIONES PREVIAS								
1.1RETIRADA TIERRA VEGETAL					m³	2,37	153,00	362,61
Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos								
					unidad	cantidad	precio	importe
1.1.1Peón ordinario de construcción					h	0,03	15,61	0,47
1.1.2Pala cargadora de cadenas					h	0,03	61,80	1,85
1.1.3Costes Directos complementarios					%	0,02	2,32	0,05
1.2REFINO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO					m²	0,27	512,00	138,24
Refino y nivelación del terreno por medios mecanicos								
					unidad	cantidad	precio	importe
1.2.1Motoniveladora 135 CV					h	0,01	51,50	0,26
1.2.2Costes Directos complementarios					%	0,02	0,26	0,01
2CAPITULO 2. CIMENTACIÓN								
2.1EXCAVACIONES					m³	2,18	14,53	31,72
Excavación a cielo abierto realizada por debajo de la cota de implantación, en terrenos medios, con medios mecánicos, pala cargadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos y carga directa sobre transporte, según NTE/ADV-1.								
					unidad	cantidad	precio	importe
2.1.1Pala cargadora neumática 85 cv/1,2 m³					h	0,02	1,61	0,03
2.1.2Peón ordinario de construcción					h	0,05	46,40	2,09
2.1.3Costes Directos complementarios					%	0,03	2,40	0,06
2.2HORMIGON DE LIMPIEZA					m²	5,90	48,42	285,54
Capa de hormigón de limpieza confeccionado en obra HM-10/P/20/Ila, de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 40 mm. y 7 cm. de espesor, dispuesto en la base de la cimentación, elaborado y puesto en obra.								
					unidad	cantidad	precio	importe
2.2.1Oficial de primera de la construcción					h	0,04	17,11	0,60
2.2.2Peón especializado construcción					h	0,07	15,64	1,09
2.2.3HM-10 N/mm2 Plástica II/A-P/32,5 Tm 40					m²	0,08	51,10	4,09
2.2.4Costes Directos complementarios					%	0,02	5,78	0,12

7.2. PRESUPUESTO FRONTÓN DESCUBIERTO HORMIGÓN

		unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE
2.3	ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO	m ³	183,52	14,52	2664,76
Hormigón armado, confeccionado en obra HA-25/P/40/IIa, de consistencia plástica y tamaño máximo del árido de 40 mm., para ambiente normal con humedad alta, en zapatas, con una cuantía media de 50 kg. de acero B-500-S, incluso recortes, separadores, alambre de atado, vibrado y curado del hormigón, sin incluir encofrado, según EHE.					
		unidad	cantidad	precio	importe
2.3.1	Oficial de primera de la construcción	h	1,00	17,11	17,11
2.3.2	Peón especializado construcción	h	1,00	15,64	15,64
2.3.3	HA-25 N/mm2 plástica II/a-P/32,5 Tm 40	m ³	1,00	61,07	61,07
2.3.4	Vibrador de hormigón. Gaso D=50 c/man	h	0,03	3,49	0,10
2.3.5	B-500-S corrugado	kg	50,00	1,72	86,00
2.3.6	Costes directos complementarios	%	0,02	1,98	3,60
3	CAPITULO 3. MUROS				
3.1	SOPORTE	m ³	163,94	240,24	39385,63
Hormigón armado, confeccionado en obra HA-25 N/mm ² , de consistencia plástica y tamaño máximo del árido de 20 mm incluido curado, encofrado metálico y desencofrado segun EHE.					
		unidad	cantidad	precio	importe
3.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,45	17,11	7,70
3.1.2	Peón ordinario construcción	h	0,45	15,64	7,04
3.1.3	HA-25 N/mm2 plástica II/A-P/32,5 Tm 20	m ³	1,15	65,24	75,03
3.1.4	Acero corrugado B-500-S c 6-25	kg	35,00	1,96	68,60
3.1.5	Vibrador de hormigón. Gaso D=50 c/man	h	0,30	3,49	1,05
3.1.5	Costes Directos complementarios	%	0,04	3,62	5,58
3.2	PULIDO	m ²	7,92	596,20	4719,83
Ejecución en obra de pulido mediante maquina pulidora					
		unidad	cantidad	precio	importe
3.1.1	Oficial de primera pulidor	h	0,17	17,11	2,94
3.1.2	Peón ordinario construcción	h	0,17	15,61	2,68
3.1.3	Pulidora para superficie de hormigón	m ²	0,17	4,99	0,85
3.1.4	Medios Auxiliares	%	0,01	91,44	1,28
3.1.5	Costes Directos complementarios	%	0,02	2,58	0,16
3.3	MEDIOS AUXILIARES	m ²	10,83	596,20	6456,85
Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra					
		unidad	cantidad	precio	importe
3.3.1	Alquiler de andamio para una altura de 12 m	m ²	590	10,83	6389,7

7.2. PRESUPUESTO FRONTÓN DESCUBIERTO HORMIGÓN

		unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE
4	CAPITULO 4. SUELO				
4.1	SOLERA	m ²	19,43	420,00	8162,04
Solera realizada con hormigón HA-25 N/mm2 (H-250) de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 20 mm., con un espesor de 15 cm. reforzada con malla electrosoldada ME 15x15 a diámetro 5-5 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.					
		unidad	cantidad	precio	importe
4.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,25	17,11	4,28
4.1.2	Peón especializado construcción	h	0,25	15,64	3,91
4.1.3	HA-25 N/mm2 plástica II/A-P/32,5 Tm 20	m ³	0,15	65,24	9,79
4.1.4	Cemento Portland con adición puzolónica CEM II/A-P/32.5 R, según norma UNE-EN 197-1:2000 envasado	t	0,00	88,89	0,09
4.1.5	Mallazo ME B-500-T 15x15 4-4	m ²	1,00	0,99	0,99
4.1.6	Costes directos complementarios	%	0,02	3,76	0,38
5	CAPITULO 5. VALLADO				
5.1	VALLA	m ²	2,45	129,20	316,48
Valla metálica prefabricada de 2,00 m. de altura y 1 mm. de espesor, con protección de intemperie con chapa ciega y soporte del mismo material tipo omega, separados cada 2 m., considerando 4 usos.					
		unidad	cantidad	precio	importe
5.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,02	17,11	0,34
5.1.2	Peón especializado construcción	h	0,02	15,64	0,31
5.1.3	Valla metálica de 2.00 m	m ²	0,05	34,93	1,75
5.1.4	Costes Directos complementarios	%	0,02	1,3536	0,05
5.2	MEDIOS AUXILIARES	m ²	1,61	590,00	949,90
Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra					
		unidad	cantidad	precio	importe
5.2.1	Alquiler de andamio para una altura de 12 m	m ²	590	1,61	949,9

7.2. PRESUPUESTO FRONTÓN DESCUBIERTO HORMIGÓN

						unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE	
6	CAPITULO 6. PINTADO									
6.1	PINTURA								1743,10	
Pintado y señalización de todas las líneas que delimitan la pista con pintura de resinas acrílicas										
6.1.1	Oficial de primera de pintura					h	36,00	17,11	615,96	
6.1.2	Ayudante de pintura					h	52,00	15,84	823,68	
6.1.3	Pintura agua resinas acrílicas para instalaciones deportivas					l	24,00	11,22	269,28	
6.1.4	Costes directos complementarios					%	0,02	0,88	34,18	
6.2	MEDIOS AUXILIARES						m²	1,61	590,00	949,90
Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra										
								TOTAL	66166,60	EUROS

7.3. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO FABRICA FASE I

INDICE

1	CAPITULO 1. ACTUACIONES PREVIAS
1.1	RETIRADA TIERRA VEGETAL
1.2	REFINO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO
2	CAPITULO 2. CIMENTACIÓN
2.1	EXCAVACIONES
2.2	HORMIGON DE LIMPIEZA
2.3	ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO
3	CAPITULO 3. MUROS
3.1	FABRICA
3.2	PILARES
3.3	ENFOSCADO
3.4	MEDIOS AUXILIARES
4	CAPITULO 4. SUELO
4.1	SOLERA
5	CAPITULO 5. VALLADO
5.1	VALLA
5.2	MEDIOS AUXILIARES
6	CAPITULO 6. PINTADO
6.1	PINTURA
6.2	MEDIOS AUXILIARES

7.3. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO FABRICA FASE I

		unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE
1	CAPITULO 1. ACTUACIONES PREVIAS				
1.1	RETIRADA TIERRA VEGETAL	m ³	2,37	153,00	362,61
	Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos				
		unidad	cantidad	precio	importe
1.1.1	Peón ordinario de construcción	h	0,03	15,61	0,47
1.1.2	Pala cargadora de cadenas	h	0,03	61,80	1,85
1.1.3	Costes Directos complementarios	%	0,02	2,32	0,05
1.2	REFINO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO	m ²	0,27	512,00	138,24
	Refino y nivelación del terreno por medios mecanicos				
		unidad	cantidad	precio	importe
1.2.1	Motoniveladora 135 CV	h	0,01	51,50	0,26
1.2.2	Costes Directos complementarios	%	0,02	0,26	0,01
2	CAPITULO 2. CIMENTACIÓN				
2.1	EXCAVACIONES	m ³	2,18	19,70	43,01
	Excavación a cielo abierto realizada por debajo de la cota de implantación, en terrenos medios, con medios mecánicos, pala cargadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos y carga directa sobre transporte, según NTE/ADV-1.				
		unidad	cantidad	precio	importe
2.1.1	Pala cargadora neumática 85 cv/1,2 m ³	h	0,02	1,61	0,03
2.1.2	Peón ordinario de construcción	h	0,05	46,40	2,09
2.1.3	Costes Directos complementarios	%	0,03	2,40	0,06
2.2	HORMIGON DE LIMPIEZA	m ²	5,90	54,26	319,98
	Capa de hormigón de limpieza confeccionado en obra HM-10/P/20/Ila, de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 40 mm. y 7 cm. de espesor, dispuesto en la base de la cimentación, elaborado y puesto en obra.				
		unidad	cantidad	precio	importe
2.2.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,04	17,11	0,60
2.2.2	Peón especializado construcción	h	0,07	15,64	1,09
2.2.3	HM-10 N/mm2 Plástica II/A-P/32,5 Tm 40	m ²	0,08	51,10	4,09
2.2.4	Costes Directos complementarios	%	0,02	5,78	0,12
2.3	ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO	m ³	165,98	20,88	3465,65
	Hormigón armado, confeccionado en obra HA-25/P/40/Ila, de consistencia plástica y tamaño máximo del árido de 40 mm., para ambiente normal con humedad alta, en zapatas, con una cuantía media de 40 kg. de acero B-500-S, incluso recortes, separadores, alambre de atado, vibrado y curado del hormigón, sin incluir encofrado, según EHE.				
		unidad	cantidad	precio	importe
2.3.1	Oficial de primera de la construcción	h	1,00	17,11	17,11
2.3.2	Peón especializado construcción	h	1,00	15,64	15,64
2.3.3	HA-25 N/mm2 plástica II/a-P/32,5 Tm 40	m ³	1,00	61,07	61,07
2.3.4	Vibrador de hormigón. Gaso D=50 c/man	h	0,03	3,49	0,10
2.3.5	B-500-S corrugado	kg	40,00	1,72	68,80
2.3.6	Costes directos complementarios	%	0,02	1,98	3,25

7.3. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO FABRICA FASE I

3CAPITULO 3. MUROS					
3.1	FABRICA	m³	204,31	163,35	33374,49
Fábrica en muros de 30cm de espesor, construida según normas DB SE-F del CTE y NTE-FFL, con ladrillos cerámicos huecos, de 25x12x7 cm, sentados con mortero de cemento de obra M-5 y aparejados, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza.					
		unidad	cantidad	precio	importe
3.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	5,39	17,11	92,19
3.1.2	Peón especializado construcción	h	2,69	15,64	42,13
3.1.3	Ladrillo hueco doble 25x12x7	m³	348,82	0,14	48,84
3.1.4	Mortero cemento obra M-5	m³	0,22	76,90	17,15
3.1.5	Costes Directos complementarios	%	0,02	2,20	4,01
3.2	PILARES	m³	399,99	24,75	9899,84
Pilar de seccion cudrada 50 X 50 realizado con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilete. Armado con acero B-500-S. Montaje y desmontaje del sistema de encofrado de paneles metálicos reutilizables					
		unidad	cantidad	precio	importe
3.2.1	Oficial de primera estructurista	h	0,29	18,10	5,16
3.2.2	Ayudante estructurista	h	0,29	16,94	4,83
3.2.3	Separador homologado pilares	Ud	12,00	0,06	0,72
3.2.4	Ferralla acero B-500-S elaborada en taller, diversos diámetros	kg	120,00	0,81	97,20
3.2.5	Encofrado para pilares de hormigón armado	m²	16,00	12,72	203,52
3.2.6	Hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central	m³	1,05	76,88	80,72
3.2.7	Costes Directos complementarios	%	0,02	2,51	7,84
3.3	ENFOSCADO	m²	14,64	1266,00	18540,10
Enfoscado maestreado bruñido, con mortero de cemento común de dosificación M-15 en paramento horizontal exterior, según NTE-RPE-8.					
		unidad	cantidad	precio	importe
3.3.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,52	17,11	8,90
3.3.2	Peón ordinario construcción	h	0,26	15,61	4,06
3.3.3	Pasta cemento 1:1 II/A-p/32,5	m³	0,00	121,52	0,12
3.3.4	Mortero cemento obra M-15	m²	0,01	91,44	1,28
3.3.5	Costes Directos complementarios	%	0,02	14,36	0,29
3.4	MEDIOS AUXILIARES	m²	10,83	590,00	6389,70
Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra					
		unidad	cantidad	precio	importe
3.4.1	Alquiler de andamio para una altura de 12 m	m²	590	10,83	6389,7

7.3. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO FABRICA FASE I

4	CAPITULO 4. SUELO				
4.1	SOLERA	m ²	19,43	420,00	8162,04

Solera realizada con hormigón HA-25 N/mm2 (H-250) de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 20 mm., con un espesor de 15 cm. reforzada con malla electrosoldada ME 15x15 a diámetro 5-5 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.

		unidad	cantidad	precio	importe
4.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,25	17,11	4,28
4.1.2	Peón especializado construcción	h	0,25	15,64	3,91
4.1.3	HA-25 N/mm2 plástica II/A-P/32,5 Tm 20	m ³	0,15	65,24	9,79
4.1.4	Cemento Portland con adición puzolónica CEM II/A-P/32.5 R, según norma UNE-EN 197-1:2000 envasado	t	0,00	88,89	0,09
4.1.5	Mallazo ME B-500-T 15x15 4-4	m ²	1,00	0,99	0,99
4.1.6	Costes directos complementarios	%	0,02	3,76	0,38

5	CAPITULO 5. VALLADO				
5.1	VALLA	m ²	2,45	129,20	316,48

Valla metálica prefabricada de 2,00 m. de altura y 1 mm. de espesor, con protección de intemperie con chapa ciega y soporte del mismo material tipo omega, separados cada 2 m., considerando 4 usos.

		unidad	cantidad	precio	importe
5.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,02	17,11	0,34
5.1.2	Peón especializado construcción	h	0,02	15,64	0,31
5.1.3	Valla metálica de 2.00 m	m ²	0,05	34,93	1,75
5.1.4	Costes Directos complementarios	%	0,02	1,3536	0,05

5.2	MEDIOS AUXILIARES	m ²	1,61	590,00	949,90
-----	-------------------	----------------	------	--------	--------

Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra

		unidad	cantidad	precio	importe
5.2.1	Alquiler de andamio para una altura de 12 m	m ²	590	1,61	949,9

7.3. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO FABRICA FASE I

6 CAPITULO 6. PINTADO									
6.1	PINTURA								1743,10
	Pintado y señalización de todas las lineas que delimitan la pista con pintura de resinas acrilicas								
6.1.1	Oficial de primera de pintura	h	36,00	17,11	615,96				
6.1.2	Ayudante de pintura	h	52,00	15,84	823,68				
6.1.3	Pintura agua resinas acrilicas para instalaciones deportivas	l	24,00	11,22	269,28				
6.1.4	Costes directos complementarios	%	0,02	0,88	34,18				
6.2	MEDIOS AUXILIARES					m ²	1,61	590,00	949,90
	Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra								

TOTAL	84655,04	EUROS
-------	----------	-------

7.4. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO HORMIGÓN FASE I

INDICE

1	CAPITULO 1. ACTUACIONES PREVIAS
1.1	RETIRADA TIERRA VEGETAL
1.2	REFINO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO
2	CAPITULO 2. CIMENTACIÓN
2.1	EXCAVACIONES
2.2	HORMIGON DE LIMPIEZA
2.3	ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO
3	CAPITULO 3. MUROS
3.1	SOPORTE
3.2	PILARES
3.3	PULIDO
3.4	MEDIOS AUXILIARES
4	CAPITULO 4. SUELO
4.1	SOLERA
5	CAPITULO 5. VALLADO
5.1	VALLA
5.2	MEDIOS AUXILIARES
6	CAPITULO 6. PINTADO
6.1	PINTURA
6.2	MEDIOS AUXILIARES

7.4. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO HORMIGÓN FASE I

					unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE
1CAPITULO 1. ACTUACIONES PREVIAS								
1.1RETIRADA TIERRA VEGETAL					m³	2,37	153,00	362,61
Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos								
			unidad	cantidad	precio	importe		
1.1.1	Peón ordinario de construcción		h	0,03	15,61	0,47		
1.1.2	Pala cargadora de cadenas		h	0,03	61,80	1,85		
1.1.3	Costes Directos complementarios		%	0,02	2,32	0,05		
1.2REFINO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO					m²	0,27	512,00	138,24
Refino y nivelación del terreno por medios mecanicos								
			unidad	cantidad	precio	importe		
1.2.1	Motoniveladora 135 CV		h	0,01	51,50	0,26		
1.2.2	Costes Directos complementarios		%	0,02	0,26	0,01		
2CAPITULO 2. CIMENTACIÓN								
2.1EXCAVACIONES					m³	2,18	21,60	47,17
Excavación a cielo abierto realizada por debajo de la cota de implantación, en terrenos medios, con medios mecánicos, pala cargadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos y carga directa sobre transporte, según NTE/ADV-1.								
			unidad	cantidad	precio	importe		
2.1.1	Pala cargadora neumática 85 cv/1,2 m³		h	0,02	1,61	0,03		
2.1.2	Peón ordinario de construcción		h	0,05	46,40	2,09		
2.1.3	Costes Directos complementarios		%	0,03	2,40	0,06		
2.2HORMIGON DE LIMPIEZA					m²	5,90	54,00	318,45
Capa de hormigón de limpieza confeccionado en obra HM-10/P/20/Ila, de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 40 mm. y 7 cm. de espesor, dispuesto en la base de la cimentación, elaborado y puesto en obra.								
			unidad	cantidad	precio	importe		
2.2.1	Oficial de primera de la construcción		h	0,04	17,11	0,60		
2.2.2	Peón especializado construcción		h	0,07	15,64	1,09		
2.2.3	HM-10 N/mm2 Plástica II/A-P/32,5 Tm 40		m²	0,08	51,10	4,09		
2.2.4	Costes Directos complementarios		%	0,02	5,78	0,12		

7.4. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO HORMIGÓN FASE I

		unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE
2.3	ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO	m ³	183,52	23,00	4221,03

Hormigón armado, confeccionado en obra HA-25/P/40/IIa, de consistencia plástica y tamaño máximo del árido de 40 mm., para ambiente normal con humedad alta, en zapatas, con una cuantía media de 50 kg. de acero B-500-S, incluso recortes, separadores, alambre de atado, vibrado y curado del hormigón, sin incluir encofrado, según EHE.

		unidad	cantidad	precio	importe
2.3.1	Oficial de primera de la construcción	h	1,00	17,11	17,11
2.3.2	Peón especializado construcción	h	1,00	15,64	15,64
2.3.3	HA-25 N/mm2 plástica II/a-P/32,5 Tm 40	m ³	1,00	61,07	61,07
2.3.4	Vibrador de hormigón. Gaso D=50 c/man	h	0,03	3,49	0,10
2.3.5	B-500-S corrugado	kg	50,00	1,72	86,00
2.3.6	Costes directos complementarios	%	0,02	1,98	3,60

3	CAPITULO 3. MUROS				
3.1	SOPORTE	m ³	241,89	217,80	52683,36

Hormigón armado, confeccionado en obra HA-25 N/mm², de consistencia plástica y tamaño máximo del árido de 20 mm incluido curado, encofrado metálico y desencofrado segun EHE.

		unidad	cantidad	precio	importe
3.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,45	17,11	7,70
3.1.2	Peón ordinario construcción	h	0,45	15,64	7,04
3.1.3	HA-25 N/mm2 plástica II/A-P/32,5 Tm 20	m ³	1,15	65,24	75,03
3.1.4	Acero corrugado B-500-S c 6-25	m ³	117,00	1,23	143,91
3.1.5	Vibrador de hormigón. Gaso D=50 c/man	h	0,30	3,49	1,05
3.1.5	Costes Directos complementarios	%	0,04	3,59	8,22

3.2	PILARES	m ³	399,99	24,75	9899,84
------------	----------------	----------------	--------	-------	---------

Pilar de seccion cudrada 50 X 50 realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilete. Armado con acero B-500-S. Montaje y desmontaje del sistema de encofrado de paneles metálicos reutilizables

		unidad	cantidad	precio	importe
3.2.1	Oficial de primera estructurista	h	0,29	18,10	5,16
3.2.2	Ayudante estructurista	h	0,29	16,94	4,83
3.2.3	Separador homologado pilares	Ud	12,00	0,06	0,72
3.2.4	Ferralla acero B-500-S elaborada en taller, diversos diámetros	kg	120,00	0,81	97,20
3.2.5	Encofrado para pilares de hormigón armado	m ²	16,00	12,72	203,52
3.2.6	Hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central	m ³	1,05	76,88	80,72
3.2.7	Costes Directos complementarios	%	0,02	2,51	7,84

7.4. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO HORMIGÓN FASE I

		unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE
3.3	PULIDO	m ²	7,92	589,60	4667,58
Ejecución en obra de pulido mediante maquina pulidora					
		unidad	cantidad	precio	importe
3.3.1	Oficial de primera pulidor	h	0,17	17,11	2,94
3.3.2	Peón ordinario construcción	h	0,17	15,61	2,68
3.3.3	Pulidora para superficie de hormigón	m ²	0,17	4,99	0,85
3.3.4	Medios Auxiliares	%	0,01	91,44	1,28
3.3.5	Costes Directos complementarios	%	0,02	2,58	0,16
3.4	MEDIOS AUXILIARES	m ²	10,83	590,00	6389,70
Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra					
		unidad	cantidad	precio	importe
3.4.1	Alquiler de andamio para una altura de 12 m	m ²	590	10,83	6389,7
4	CAPITULO 4. SUELO				
4.1	SOLERA	m ²	19,43	420,00	8162,04
Solera realizada con hormigón HA-25 N/mm2 (H-250) de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 20 mm., con un espesor de 15 cm. reforzada con malla electrosoldada ME 15x15 a diámetro 5-5 AEH 500-N colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.					
		unidad	cantidad	precio	importe
4.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,25	17,11	4,28
4.1.2	Peón especializado construcción	h	0,25	15,64	3,91
4.1.3	HA-25 N/mm2 plástica II/A-P/32,5 Tm 20	m ³	0,15	65,24	9,79
4.1.4	Cemento Portland con adición puzolónica CEM II/A-P/32.5 R, según norma UNE-EN 197-1:2000 envasado	t	0,00	88,89	0,09
4.1.5	Mallazo ME B-500-T 15x15 4-4	m ²	1,00	0,99	0,99
4.1.6	Costes directos complementarios	%	0,02	3,76	0,38
5	CAPITULO 5. VALLADO				
5.1	VALLA	m ²	2,45	129,20	316,48
Valla metálica prefabricada de 2,00 m. de altura y 1 mm. de espesor, con protección de intemperie con chapa ciega y soporte del mismo material tipo omega, separados cada 2 m., considerando 4 usos.					
		unidad	cantidad	precio	importe
5.1.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,02	17,11	0,34
5.1.2	Peón especializado construcción	h	0,02	15,64	0,31
5.1.3	Valla metálica de 2.00 m	m ²	0,05	34,93	1,75
5.1.4	Costes Directos complementarios	%	0,02	1,3536	0,05

7.4. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO HORMIGÓN FASE I

		unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE
5.2	MEDIOS AUXILIARES	m ²	1,61	590,00	949,90

Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra

		unidad	cantidad	precio	importe
5.2.1	Alquiler de andamio para una altura de 12 m	m ²	590	1,61	949,9

6	CAPITULO 6. PINTADO				
6.1	PINTURA				1743,10

Pintado y señalización de todas las líneas que delimitan la pista con pintura de resinas acrílicas

6.1.1	Oficial de primera de pintura	h	36,00	17,11	615,96
6.1.2	Ayudante de pintura	h	52,00	15,84	823,68
6.1.3	Pintura agua resinas acrílicas para instalaciones deportivas	l	24,00	11,22	269,28
6.1.4	Costes directos complementarios	%	0,02	0,88	34,18

6.2	MEDIOS AUXILIARES	m ²	1,61	590,00	949,90
-----	-------------------	----------------	------	--------	--------

Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra

TOTAL	90849,40	EUROS
-------	----------	-------

7.5. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO FABRICA FASE II

INDICE

1	CAPITULO 1. ACTUACIONES PREVIAS
1.1	RETIRADA TIERRA VEGETAL
1.2	REFINO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO
2	CAPITULO 2. CIMENTACIÓN
2.1	EXCAVACIONES
2.2	HORMIGON DE LIMPIEZA
2.3	ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO
3	CAPITULO 3. ESTRUCTURA ACERO
3.1	ESTRUCTURA ACERO
3.2	MEDIOS AUXILIARES
4	CAPITULO 4. CUBIERTA
4.1	CUBIERTA
4.2	MEDIOS AUXILIARES

7.5. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO FABRICA FASE II

		unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE
1	CAPITULO 1. ACTUACIONES PREVIAS				
1.1	RETIRADA TIERRA VEGETAL	m ³	2,37	112,00	265,44
	Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos				
		unidad	cantidad	precio	importe
1.1.1	Peón ordinario de construcción	h	0,03	15,61	0,47
1.1.2	Pala cargadora de cadenas	h	0,03	61,80	1,85
1.1.3	Costes Directos complementarios	%	0,02	2,32	0,05
1.2	REFINO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO	m ²	0,27	374,15	101,02
	Refino y nivelación del terreno por medios mecanicos				
		unidad	cantidad	precio	importe
1.2.1	Motoniveladora 135 CV	h	0,01	51,50	0,26
1.2.2	Costes Directos complementarios	%	0,02	0,26	0,01
2	CAPITULO 2. CIMENTACIÓN				
2.1	EXCAVACIONES	m ³	5,47	30,57	167,13
	Excavación a cielo abierto realizada por debajo de la cota de implantación, en terrenos medios, con medios mecánicos, pala cargadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos y carga directa sobre transporte, según NTE/ADV-1.				
		unidad	cantidad	precio	importe
2.1.1	Pala cargadora neumática 85 cv/1,2 m ³	h	0,02	161,00	3,22
2.1.2	Peón ordinario de construcción	h	0,05	46,40	2,09
2.1.3	Costes Directos complementarios	%	0,03	2,40	0,16
2.2	HORMIGON DE LIMPIEZA	m ²	5,90	52,04	306,89
	Capa de hormigón de limpieza confeccionado en obra HM-10/P/20/Ila, de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 40 mm. y 7 cm. de espesor, dispuesto en la base de la cimentación, elaborado y puesto en obra.				
		unidad	cantidad	precio	importe
2.2.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,04	17,11	0,60
2.2.2	Peón especializado construcción	h	0,07	15,64	1,09
2.2.3	HM-10 N/mm2 Plástica II/A-P/32,5 Tm 40	m ²	0,08	51,10	4,09
2.2.4	Costes Directos complementarios	%	0,02	5,78	0,12
2.3	ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO	m ³	151,07	30,57	4618,11
	Hormigón armado, confeccionado en obra HA-25/P/40/Ila, de consistencia plástica y tamaño máximo del árido de 40 mm., para ambiente normal con humedad alta, en zapatas, con una cuantía media de 31,5 kg. de acero B-500-S, incluso recortes, separadores, alambre de atado, vibrado y curado del hormigón, sin incluir encofrado, según EHE.				
		unidad	cantidad	precio	importe
2.3.1	Oficial de primera de la construcción	h	1,00	17,11	17,11
2.3.2	Peón especializado construcción	h	1,00	15,64	15,64
2.3.3	HA-25 N/mm2 plástica II/a-P/32,5 Tm 40	m ³	1,00	61,07	61,07
2.3.4	Vibrador de hormigón. Gaso D=50 c/man	h	0,03	3,49	0,10
2.3.5	B-500-S corrugado	kg	31,50	1,72	54,18
2.3.6	Costes directos complementarios	%	0,02	1,98	2,96

7.5. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO FABRICA FASE II

3CAPITULO 3. ESTRUCTURA ACERO									
3.1ESTRUCTURA ACERO		m²	53,49	877,28	46922,65				
Estructura de acero tipo pórtico incluidos perfiles laminados, pletinas y cartelas con dos manos de imprimación de pintura antioxidante									
3.1.1	Oficial de primera del metal	h	0,20	15,59	3,12				
3.1.2	Especialista del metal	h	0,10	14,43	1,44				
3.1.3	Perfil IPE 180	kg	8,04	0,50	4,02				
3.1.4	Perfil HEB 240	kg	27,30	0,55	15,02				
3.1.5	Perfil HEB 120	kg	2,74	0,50	1,37				
3.1.6	Repercusión m2 estructura metálica	ud	1,00	3,23	3,23				
3.1.7	Imprimación antioxidante minio	l	1,50	13,22	19,83				
3.1.8	Alquiler tractor grúa	h	0,20	22,50	4,50				
3.1.9	Costes directos complementarios	%	0,02	0,96	0,96				
3.2MEDIOS AUXILIARES		m²	1,61	590,00	949,90				
Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra									
4CAPITULO 4. CUBIERTA									
4.1CUBIERTA		m²	16,90	465,13	7862,73				
Tejado de chapa conformada de acero sobre correas metalicas, incluido solape cumbreras y medido en proyección horizontal									
4.1.1	Oficial de construcción	h	0,14	17,11	2,40				
4.1.2	Peón especializado construcción	h	0,14	15,84	2,22				
4.1.3	Junta estanqueidad perfil de onda pequeña en plástico celular no absorbente	m	0,28	0,60	0,17				
4.1.4	Tornillo autorroscante 4,2x13 mm de acero para cosido de placas, equipado con arandelas metal-neopreno (PVC)	ud	0,98	0,04	0,04				
4.1.5	Tornillo autorroscante 6,3 x 70 mm de acero equipado con arandelas metal-neopreno (PVC)	ud	1,62	0,17	0,28				
4.1.6	Chapa nervada galvanizada 0,6 mm x 30 mm	m²	1,13	8,15	9,24				
4.1.7	Canalón prelacado 0,6 mm des. 500 mm	m	0,14	8,42	1,18				
4.1.8	Cumbrera prelacada 0,6 mm desnivel 500 mm	m	0,12	8,82	1,06				
4.1.9	Costes directos complementarios	%	0,02	1,18	0,33				
4.2MEDIOS AUXILIARES		m²	3,32	465,13	1544,22				
Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra									

TOTAL	62738,10	EUROS
--------------	-----------------	--------------

7.6. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO HORMIGÓN FASE II

INDICE

1	CAPITULO 1. ACTUACIONES PREVIAS
1.1	RETIRADA TIERRA VEGETAL
1.2	REFINO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO
2	CAPITULO 2. CIMENTACIÓN
2.1	EXCAVACIONES
2.2	HORMIGON DE LIMPIEZA
2.3	ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO
3	CAPITULO 3. ESTRUCTURA ACERO
3.1	ESTRUCTURA ACERO
3.2	MEDIOS AUXILIARES
4	CAPITULO 4. CUBIERTA
4.1	CUBIERTA
4.2	MEDIOS AUXILIARES

7.6. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO HORMIGÓN FASE II

		unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE
1	CAPITULO 1. ACTUACIONES PREVIAS				
1.1	RETIRADA TIERRA VEGETAL	m ³	2,37	112,00	265,44
	Retirada y apilado de capa de tierra vegetal, realizado con medios mecánicos				
		unidad	cantidad	precio	importe
1.1.1	Peón ordinario de construcción	h	0,03	15,61	0,47
1.1.2	Pala cargadora de cadenas	h	0,03	61,80	1,85
1.1.3	Costes Directos complementarios	%	0,02	2,32	0,05
1.2	REFINO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO	m ²	0,27	374,15	101,02
	Refino y nivelación del terreno por medios mecanicos				
		unidad	cantidad	precio	importe
1.2.1	Motoniveladora 135 CV	h	0,01	51,50	0,26
1.2.2	Costes Directos complementarios	%	0,02	0,26	0,01
2	CAPITULO 2. CIMENTACIÓN				
2.1	EXCAVACIONES	m ³	5,47	30,57	167,13
	Excavación a cielo abierto realizada por debajo de la cota de implantación, en terrenos medios, con medios mecánicos, pala cargadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos y carga directa sobre transporte, según NTE/ADV-1.				
		unidad	cantidad	precio	importe
2.1.1	Pala cargadora neumática 85 cv/1,2 m ³	h	0,02	161,00	3,22
2.1.2	Peón ordinario de construcción	h	0,05	46,40	2,09
2.1.3	Costes Directos complementarios	%	0,03	2,40	0,16
2.2	HORMIGON DE LIMPIEZA	m ²	5,90	53,24	313,97
	Capa de hormigón de limpieza confeccionado en obra HM-10/P/20/Ila, de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 40 mm. y 7 cm. de espesor, dispuesto en la base de la cimentación, elaborado y puesto en obra.				
		unidad	cantidad	precio	importe
2.2.1	Oficial de primera de la construcción	h	0,04	17,11	0,60
2.2.2	Peón especializado construcción	h	0,07	15,64	1,09
2.2.3	HM-10 N/mm2 Plástica II/A-P/32,5 Tm 40	m ²	0,08	51,10	4,09
2.2.4	Costes Directos complementarios	%	0,02	5,78	0,12
2.3	ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO	m ³	157,21	28,85	4535,43
	Hormigón armado, confeccionado en obra HA-25/P/40/Ila, de consistencia plástica y tamaño máximo del árido de 40 mm., para ambiente normal con humedad alta, en zapatas, con una cuantía media de 35 kg. de acero B-500-S, incluso recortes, separadores, alambre de atado, vibrado y curado del hormigón, sin incluir encofrado, según EHE.				
		unidad	cantidad	precio	importe
2.3.1	Oficial de primera de la construcción	h	1,00	17,11	17,11
2.3.2	Peón especializado construcción	h	1,00	15,64	15,64
2.3.3	HA-25 N/mm2 plástica II/a-P/32,5 Tm 40	m ³	1,00	61,07	61,07
2.3.4	Vibrador de hormigón. Gaso D=50 c/man	h	0,03	3,49	0,10
2.3.5	B-500-S corrugado	kg	35,00	1,72	60,20
2.3.6	Costes directos complementarios	%	0,02	1,98	3,08

7.6. PRESUPUESTO FRONTÓN SEMICUBIERTO HORMIGÓN FASE II

					unidad	precio unitario	CANTIDAD TOTAL	IMPORTE
3	CAPITULO 3. ESTRUCTURA ACERO							
3.1	ESTRUCTURA ACERO				m ²	53,49	877,28	46922,65
	Estructura de acero tipo pórtico incluidos perfiles laminados, pletinas y cartelas con dos manos de imprimación de pintura antioxidante							
3.1.1	Oficial de primera del metal	h	0,20	15,59	3,12			
3.1.2	Especialista del metal	h	0,10	14,43	1,44			
3.1.3	Perfil IPE 180	kg	8,04	0,50	4,02			
3.1.4	Perfil HEB 240	kg	27,30	0,55	15,02			
3.1.5	Perfil HEB 120	kg	2,74	0,50	1,37			
3.1.6	Repercusión m2 estructura metálica	ud	1,00	3,23	3,23			
3.1.7	Imprimación antioxidante minio	l	1,50	13,22	19,83			
3.1.8	Alquiler tractor grúa	h	0,20	22,50	4,50			
3.1.9	Costes directos complementarios	%	0,02	0,96	0,96			
3.2	MEDIOS AUXILIARES				m ²	1,61	590,00	949,90
	Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra							
4	CAPITULO 4. CUBIERTA							
4.1	CUBIERTA				m ²	16,90	465,13	7862,82
	Tejado de chapa conformada de acero sobre correas metalicas, incluido solape cumbrreras y medido en proyección horizontal							
4.1.1	Oficial de construcción	h	0,14	17,11	2,40			
4.1.2	Peón especializado construcción	h	0,14	15,84	2,22			
4.1.3	Junta estanqueidad perfil de onda pequeña en plástico celular no absorbente	m	0,28	0,60	0,17			
4.1.4	Tornillo autorroscante 4,2x13 mm de acero para cosido de placas, equipado con arandelas metal-neopreno (PVC)	ud	0,98	0,04	0,04			
4.1.5	Tornillo autorroscante 6,3 x 70 mm de acero equipado con arandelas metal-neopreno (PVC)	ud	1,62	0,17	0,28			
4.1.6	Chapa nervada galvanizada 0,6 mm x 30 mm	m ²	1,13	8,15	9,24			
4.1.7	Canalón prelacado 0,6 mm des. 500 mm	m	0,14	8,42	1,18			
4.1.8	Cumbrera prelacada 0,6 mm desnivel 500 mm	m	0,12	8,82	1,06			
4.1.9	Costes directos complementarios	%	0,02	1,18	0,33			
4.2	MEDIOS AUXILIARES				m ²	3,32	465,13	1544,22
	Alquiler, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 12 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra							

TOTAL	62662,58	EUROS
--------------	-----------------	--------------



8. Conclusiones y trabajos futuros

8.1. CONCLUSIONES.

En el presente proyecto se han diseñado calculado diferentes opciones de un frontón para la práctica deportiva del frontenis en la localidad de Valseca en la provincia de Segovia.

En estas opciones se define una estructura, cuya envolvente encierra el campo de juego según las dimensiones y materiales de la Normativa Internacional de Pelota Vasca.

La estructura cumple con las exigencias de la normativa vigente de edificación (CTE) y del hormigón armado estructural EHE-08.

El análisis estructural se ha realizado con el software CypeCAD, especializado en estructuras de edificación, y cuyos resultados se muestran en el anejo de cálculo.

Las opciones estudiadas son las siguientes:

- **Frontón Descubierto**, cuyo concepto estructural ha sido tres muros que suponen el espacio de juego, sometidos a la acción externa del viento, y al peso del propio muro soportados por la cimentación de zapata corrida. Dentro de esta opción se han estudiado dos sistemas constructivos para los muros, muros de fábrica y muros de hormigón. Esta opción resulta la más simple y por lo tanto más económica.
- **Frontón Semicubierto**, cuyo concepto estructural ha sido 3 muros que suponen el espacio de juego, con pilares que sirven de apoyo estructural a una cubierta a dos aguas, soportada por los muros del perímetro de juego, y por pilares de acero sujetos al suelo por zapatas aisladas.

Esta opción permite la práctica deportiva protegiendo a los jugadores de factores meteorológicos como la nieve.

Para esta opción se ha definido la construcción en dos fases, permitiendo mayor versatilidad para la disposición de medios económicos.

Se ha realizado un estudio económico basado en fuentes reales de precios proporcionadas por instituciones de la comunidad de Castilla y León, la comunidad de Madrid, y fuentes comerciales como el generador de precios de CypeCAD.



8.2. TRABAJOS FUTUROS.

Puesto que el proyecto presentado aquí, debe entenderse como un proyecto conceptual, las siguientes fases para hacer realidad un frontón en el municipio de Valseca, serían:

- 1.- Seleccionar la opción que más se ajuste a las posibilidades y necesidades del municipio
- 2.- Conociendo los medios económicos disponibles, realizar la ingeniería básica y de detalle del proyecto.

En tal ingeniería básica y de detalle, se debe realizar:

- Memoria constructiva
- Estudio de Impacto ambiental
- Pliego de condiciones
- Estudio de seguridad y Salud
- Plan de ejecución
- Plan de seguimiento de obra
- Plan de control de calidad
- Plan de aprovechamiento y reciclaje de materiales tras la vida útil de la edificación



9. Bibliografía

Entre la bibliografía consultada, las principales fuentes en las que se ha basado el proyecto han sido el “CTE Código Técnico de Edificación” y “EHE – 08 Instrucción del hormigón estructural”. Otras fuentes consultadas han sido:

- “Tratado de construcción” de Heinrich Schmitt y Andreas Heene. Ed. Gustavo Gili. 2001.
- “Resistencia de materiales” de Luis Ortiz Berrocal. Ed. Mc Graw Hill. 2007.
- “Diseño de uniones” del Instituto Técnico de la Estructura en Acero
- “Hormigón armado y pretensado” de EICCP Universidad de Granada
- “Estructuras metálicas” de la UNED
- “Apuntes de Estructuras reticuladas” de la UC3M
- “Apuntes Curso cálculo de estructuras de hormigón armado” de ETSI Agrónomos de Albacete
- “Obras de fábrica. Libro 1.- Normativa y materiales que conforman las fábricas” de ETS de Arquitectura de Sevilla

Así como han sido de gran ayuda las siguientes fuentes de internet:

- www.codigotecnico.org Página web oficial sobre el Código Técnico de Edificación
- www.cype.es Página web del software comercial CYPE
- www.soloingenieria.net Portal de la ingeniería industrial en España
- www.iccl.es Página oficial del Instituto de la Construcción de Castilla y León
- www.madrid.org/bdccm Página oficial de consulta de la base de precios para la construcción de la comunidad de Madrid
- www.generadordeprecios.info Página de consulta de precios de la construcción proporcionado por CYPE Ingenieros
- www.areadecalculo.com Página web para plicaciones de cálculo de hormigón estructural
-